



**Pedro Miguel Correia
Costa**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS *LEAN* NA
INDÚSTRIA CHAPELEIRA**



**Pedro Miguel Correia
Costa**

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NA INDÚSTRIA CHAPELEIRA

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira, Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais pela educação que me deram, por tudo o que me proporcionaram, por todo o apoio e confiança depositados e, principalmente, por me fazerem sentir amado e feliz.

Aos meus irmãos pelos seus sentidos protetores e afetivos e pelas nossas cumplicidades únicas.

o júri

Presidente

Prof^a. Doutora Leonor da Conceição Teixeira

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Miguel Cândido Dias

Professor Auxiliar com Agregação da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira

Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Para desenvolver este projeto foi decisivo o apoio que recebi de várias pessoas a quem pretendo expressar o meu reconhecimento.

Ao Profº. Doutor Carlos Ferreira, agradeço a sua orientação e permanente disponibilidade que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

À Engª. Helena Araújo, pela minha seleção e integração na empresa, bem como pelo apoio prestado e pelos conhecimentos transmitidos ao longo do Projeto de Estágio.

A todos os elementos da empresa com quem tive a oportunidade de trabalhar, pelas experiências partilhadas e pelo bom ambiente de trabalho que me proporcionaram.

À minha mãe, ao meu pai e aos meus irmãos, pelo apoio incondicional e pelo estímulo essencial para o meu desenvolvimento enquanto pessoa.

À Tânia um agradecimento especial, pela sua generosidade, compreensão, paciência, carinho, força e inspiração que me transmite.

Aos amigos de sempre.

palavras-chave

Lean Thinking, Eficiência, Fluxo, Padronização, Melhoria, *Layout*, *Setup*, 5S

resumo

Face à crescente procura externa pelos seus produtos, a Fepsa, uma empresa que fabrica feltros para a indústria chapeleira, decidiu melhorar a sua produção por forma a oferecer aos seus clientes produtos a baixo custo e com qualidade, vantagens competitivas que atualmente possui sobre os seus principais concorrentes e que pretende continuar a garantir por forma a sustentar este crescimento da procura e assim reforçar a sua posição no mercado mundial.

O presente trabalho pretendeu, através da implementação de ferramentas com origem na filosofia *Lean*, adaptadas à realidade da organização, aplicar conceitos por forma a elaborar um conjunto de propostas que visem melhorar o trabalho realizado num espaço que compreende duas secções com um elevado nível de versatilidade e complexidade, em termos de trabalho e de fluxos. Recorrendo à padronização do trabalho obtiveram-se resultados positivos quer ao nível da qualidade quer ao nível da eficiência do trabalho realizado. Também a reorganização do espaço de trabalho, através de 5 propostas para um novo *layout*, alcançou o principal objetivo que consistia na redução da extensão da totalidade dos fluxos, garantindo uma poupança de cerca de 28% relativamente ao *layout* atual. Estas propostas focaram-se também na redução da distância da localização das ferramentas a cada um dos postos de trabalho, o que impulsionou uma análise e posterior elaboração de propostas para redução dos tempos associados às atividades de preparação de uma nova ordem de fabrico, isto é, atividades de *setup*. Ainda que não implementadas, foi possível através de cálculos e simulações envolvendo protótipos estimar uma redução média de tempo não produtivo de cerca de 37% e poupanças mensais próximas dos 590 €. Por último, foi realizado um levantamento de problemas no âmbito dos 5S, num total de 165, que compreendem problemas de localização e identificação de ferramentas, manutenção do espaço e equipamentos, e ainda limpeza e eliminação de objetos sem utilidade presentes no espaço, que permitiram a elaboração de propostas para a sua posterior resolução.

keywords

Lean Thinking, Eficiência, Fluxo, Padronização, Melhoria, *Layout*, *Setup*, 5S

abstract

Given the increase of foreign demand for their products, Fepsa, a company engaged in the manufacture of felts for milliner industry, decided to act to improve its production in order to offer to their customers low cost and high quality products, competitive advantages which currently holds over its main competitors and intend to continue to carry on to sustain this growth in demand and thus strengthen its position in the world market.

This project intended, by implementing tools originating from the Lean philosophy adapted to the reality of the organization, to apply concepts to develop a set of proposals to improve the work done in an area comprising two sections with a high level of versatility and complexity in terms of labour and flows. The standardization of work yielded positive results both at the level of quality and efficiency of the work. The reorganization of the workspace, originated 5 proposals for a new layout, which reached the main goal namely to reduce the length of all flows, having achieved a saving of about 28% over the current layout. These proposals have focused also on reducing the distance of the tools to each workplace, which pushed an analysis and further elaboration of proposals to reduce the associated time of preparatory work for a new job order, namely setup activities. Although not implemented, it was possible to calculate and simulate through prototypes, estimating an average reduction of non-productive time of about 37% and a monthly savings closely to 590 €. Finally, a survey of problems was conducted within the 5S, a total of 165 problems were spotted, comprising location and identification of tools, maintenance space and equipment, and also cleaning and disposal of useless objects in the space, which originated the corresponding proposals paving the way for solving those issues in the future.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	1
1.2 RELEVÂNCIA DO DESAFIO	2
1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 <i>LEAN THINKING</i> - DEFINIÇÃO E ORIGEM.....	5
2.1.1 DEFINIÇÃO DE VALOR	6
2.1.2 DEFINIÇÃO E TIPOS DE DESPERDÍCIOS.....	6
2.1.3 PRINCÍPIOS <i>LEAN THINKING</i> REVISTOS	9
2.1.4 BENEFÍCIOS DO <i>LEAN THINKING</i>	10
2.2 MÉTODOS E FERRAMENTAS <i>LEAN</i>	11
2.2.1 5S	11
2.2.2 GESTÃO VISUAL	12
2.2.3 DIAGRAMA DE FLUXOS.....	13
2.2.4 SMED (<i>SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE</i>)	13
2.2.5 TRABALHO PADRONIZADO (<i>STANDARD WORK</i>).....	15
2.2.6 FLUXOGRAMA.....	15
2.3 DEFINIÇÃO E TIPOS DE <i>LAYOUTS</i>	16
2.3.1 <i>LAYOUT</i> POR PRODUTO	17
2.3.2 <i>LAYOUT</i> POR PROCESSO.....	19
2.3.3 <i>LAYOUT</i> CELULAR	21
2.3.4 <i>LAYOUT</i> POR POSIÇÃO FIXA.....	22
3. FEPSA, FELTROS PORTUGUESES S.A.	23
3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	23
3.2 OS PRODUTOS.....	24
3.3 OS MERCADOS E CLIENTES.....	25
3.4 O PROCESSO PRODUTIVO	27
3.5 A SECÇÃO REMATAÇÃO-ENFORMAÇÃO	31
3.6 SITUAÇÃO DESENCADEADORA DO PROJETO	36
3.7 OBJETIVOS	38
3.8 METODOLOGIA PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA SECÇÃO	39
4. CASO PRÁTICO.....	41

4.1 PADRONIZAÇÃO DO TRABALHO REALIZADO NA SECÇÃO.....	41
4.2 ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS PARA UM NOVO <i>LAYOUT</i>	48
4.2.1 PROPOSTA 1	51
4.2.2 PROPOSTA 2	54
4.2.3 PROPOSTA 3.....	55
4.2.4 PROPOSTA 4.....	56
4.2.5 PROPOSTA 5.....	58
4.3 REDUÇÃO DOS TEMPOS DE <i>SETUP</i>	60
4.4 IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA 5S.....	99
4.5 RESUMO	99
5. CONCLUSÃO	103
5.1 REFLEXÃO SOBRE O TRABALHO REALIZADO	104
5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
ANEXOS.....	109
ANEXO A – FLUXOGRAMA PRODUTIVO DA SECÇÃO REMATAÇÃO- ENFORMAÇÃO	
ANEXO B – <i>LAYOUT</i> ATUAL COM REPRESENTAÇÃO DE TODOS OS FLUXOS	
ANEXO C – PROPOSTA NOVO <i>LAYOUT</i> 1	
ANEXO D – PROPOSTA NOVO <i>LAYOUT</i> 2	
ANEXO E – PROPOSTA NOVO <i>LAYOUT</i> 3	
ANEXO F – PROPOSTA NOVO <i>LAYOUT</i> 4	
ANEXO H – FOLHAS DE CONTROLO DOS PARAMETROS DE TRABALHO	
ANEXO I – FOLHA EXEMPLO COM PROBLEMAS E PROPOSTAS DE RESOLUÇÃO - REMATAÇÃO – 5S	
ANEXO J – FOLHA EXEMPLO COM PROBLEMAS E PROPOSTAS DE RESOLUÇÃO - ENFORMAÇÃO – 5S	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Os 7 princípios <i>Lean Thinking</i> revistos (Fonte: Pinto, 2009).	9
Figura 2: Os 6S (5+1) e a eliminação do desperdício (Fonte: Pinto, 2009).	12
Figura 3: Simbologia do fluxograma (Fonte: Adaptado de Brassard e Ritter, 1994).	16
Figura 4: Exemplo de <i>layout</i> por produto (Fonte: Adaptado de Pinto, 2010).	18
Figura 5: Exemplo de <i>layout</i> por produto em forma de U. (Fonte: Adaptado de Stevenson, 2007).	19
Figura 6: Exemplo de um <i>layout</i> por processo (Fonte: Adaptado de Pinto, 2010).	20
Figura 7: Exemplo de um <i>layout</i> celular (Fonte: Adaptado de Pinto, 2010).	22
Figura 8: Localização das instalações da Fepsa (Fonte: Google Maps).	24
Figura 9: Possibilidades de personalização dos produtos.	25
Figura 10: Exemplo de um feltro de lã (lado esquerdo) e 100% castor (lado direito) ambos produzidos na Fepsa (Fonte: Fepsa).	25
Figura 11: Volume de vendas segundo mercados em 2012 (Fonte: Fepsa).	26
Figura 12: Imagem do filme “Public Enemies”, onde se pode visualizar o chapéu com origem na Fepsa.	27
Figura 13: Secção Rematação-Enformação.	31
Figura 14: <i>Layout</i> atual da secção rematação-enformação (com legenda de equipamentos nas figuras seguintes).	32
Figura 15: Afixação dos manuais de procedimentos, na Rematação (à esquerda) e na Enformação (à direita).	42
Figura 16: Tabelas com os parâmetros de trabalho relativos às operações de Rematação nas máquinas <i>Mezzeras</i> (à esquerda) e <i>Rápida 5</i> (à direita).	43
Figura 17: <i>Layout</i> atual.	49
Figura 18: Tabela relacional com as possíveis sucessões das operações.	50
Figura 19: Proposta 1 para o novo <i>layout</i> , com as principais diferenças relativamente ao <i>layout</i> atual assinaladas.	52
Figura 20: Proposta 2 para o novo <i>layout</i> , com as principais diferenças relativamente ao <i>layout</i> atual assinaladas.	54
Figura 21: Proposta 3 para o novo <i>layout</i> , com as principais diferenças relativamente ao <i>layout</i> atual assinaladas.	55
Figura 22: Proposta 4 para o novo <i>layout</i> , com as principais diferenças relativamente ao <i>layout</i> atual assinaladas.	57
Figura 23: Proposta 5 para o novo <i>layout</i> , com as principais diferenças relativamente ao <i>layout</i> atual assinaladas.	58
Figura 24: Depósitos das máquinas <i>Rápida</i> (à esquerda) e <i>Mezzera</i> (à direita).	66
Figura 25: Rotas percorridas pelos operadores para obtenção dos diferentes ácidos a dosear nos depósitos das máquinas da rematação.	67
Figura 26: Maceiro (depósito) com os tubos abastecedores de água e vapor da máquina “Rematadeira” 3.	72
Figura 27: Deslocamento associado ao doseamento manual de ácido sulfúrico (à esquerda), equipamentos associados à ao doseamento automático do ácido fórmico a diferentes pH's (à direita).	74

Figura 28: Célula de branco constituída (da esquerda para a direita) pela máquina de abrir copas e respetivo maceiro, máquina de abrir abas de 10 cones, maceiro da operação de abertura de abas e máquina de abrir abas de 4 cones (foto à esquerda). Vista superior de um maceiro com 1 grelha, 2 serpentina de aquecimento, 3 sonda de temperatura, 4 passador da solução de ácido fórmico com pH 2,5, 5 passador da solução de ácido fórmico com pH 3,0, 6 passador do vapor e 7 passador da água (imagem à direita).	75
Figura 29: Desenho em <i>Solidworks</i> dos novos maceiros associados às operações de abrir copas à esquerda e de abrir abas à direita. As medidas dos maceiros estão apresentadas em milímetros.	76
Figura 30: Localização dos carros na secção (imagem à esquerda) e disposição dos mesmos no estacionamento (imagem à direita).	80
Figura 31: Representação dos fluxos de e para o estacionamento, e localização dos diferentes tipos de carros (1- Carro de aço inox de 11x2 prateleiras com 1,40m x 0,75m, 2- Carro de 9x2 prateleiras com 2,00m x 0,75m e 3- Carro de 5x2 prateleiras com 2,00m x 0,75m).	81
Figura 32: Projeção da proposta de estacionamento dos carros. Zona 1 - mantém-se igual destinando-se aos mesmos carros (1,40m x 0,75m); Zona 2 – onde incide a alteração e destina-se aos carros de 9x2 prateleiras (2,00m x 0,75m); Zona 3 – mantém-se igual destinando-se aos restantes carros de 5x2 prateleiras (2,00m x 0,75m).	82
Figura 33: Proteções para feltros branqueados (papel vegetal) estendido num carro (figura à esquerda). Local de armazenamento das proteções (figura em cima à direita). Desnível de um par de prateleiras (figura em baixo à direita).	84
Figura 34: Telas de TNT estendidas no carro (à esquerda) e protótipo com a tela (à direita).	86
Figura 35: Diferentes tipos formas e aros expostos numa das atuais estantes, ordenados por tamanho (figura ao centro). Localização única dos aros de cintagem (figura à esquerda). Localização de uma estante na parte traseira de uma máquina a dificultar a obtenção das formas e aros (figura à direita).	88
Figura 36: Localização das estantes dos aros e formas na secção (representados pelos retângulos amarelos assinalados a laranja).	89
Figura 37: Nova estante dos aros e formas modelada em <i>Solidworks</i>	90
Figura 38: Localização mais comum das estantes nas propostas para o novo <i>layout</i> (representadas com um retângulo laranja).	90
Figura 39: Aros fixados em duas máquinas com diferentes tipos parafusos (figuras à esquerda). Aro de cintagem na mesa de apoio ao trabalho.	92
Figura 40: Novo aro fixo, removível e encaixe de ambos (da esquerda para a direita), modelados em <i>Solidworks</i>	92
Figura 41: Pontos-chave no ajuste das garras.	93
Figura 42: Parafusos que conferem menos tempo no desaperto e aperto dos mesmos (figura à esquerda). Aro de ajuste das garras, modelado em <i>Solidworks</i> , para ajuste na medição da distância das garras ao aro ao centro da máquina (figura à direita).	94

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Consequências positivas e negativas dos <i>layouts</i> no desempenho das organizações (Fonte: Pinto, 2010).	17
Tabela 2: Exemplos de clientes da Fepsa (Fonte: Fepsa).	26
Tabela 3: Tabela dos parâmetros de trabalho das máquinas Mezzeras da Rematação revistas (revisões a amarelo).	45
Tabela 4: Tabela dos parâmetros de trabalho da máquina Rápida da Rematação revistas (revisões a amarelo).	45
Tabela 5: Tabela dos parâmetros de trabalho das máquinas “Rematadeiras” da Rematação revistas (revisões a amarelo).	46
Tabela 6: Tabela dos parâmetros de trabalho das células de fabrico de Enformação revistas (revisões a amarelo).	46
Tabela 7: Tabela com os critérios de realização da operação de corte de aba.	47
Tabela 8: Extensão dos fluxos, somatório e poupança relativa ao <i>layout</i> atual.	51
Tabela 9: Tabela com as atividades de <i>setup</i> relativas à operação de rematação nas máquinas Rápidas, Mezzeras e “Rematadeiras”, com a respetiva classificação, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.	61
Tabela 10: Tabela com as atividades de <i>setup</i> relativas à operação de goma em curso, com a respetiva classificação, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.	61
Tabela 11: Tabela com as atividades de <i>setup</i> relativas às operações de abertura de copas e abertura de abas respetivamente, com a respetiva classificação, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.	62
Tabela 12: Tabela com as atividades <i>setup</i> relativas às operações de enformação de copa e aba e enformação de sinos respetivamente, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.	62
Tabela 13: Poupanças estimadas na atividade de <i>setup</i> preparação do banho e respetivas subactividades em cada uma das máquinas Rápidas, com a implementação da proposta.	68
Tabela 14: Poupanças estimadas na atividade de <i>setup</i> preparação do banho e respetivas subactividades em cada uma das máquinas Mezzeras, com a implementação da proposta.	69
Tabela 15: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um depósito da máquina Rápida, somatório dessas poupanças e estimativa da poupança diária.	70
Tabela 16: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um depósito da máquina Mezzera e somatório das poupanças por enchimento e por dia.	70
Tabela 17: Poupanças estimadas na atividade <i>setup</i> preparação do banho e respetivas subactividades em cada uma das máquinas “Rematadeiras”, com a implementação da proposta.	73
Tabela 18: Poupanças estimadas na atividade de <i>setup</i> preparação do banho e respetivas subactividades associada à operação de abertura de copas, com a implementação da proposta.	77
Tabela 19: Poupanças estimadas na atividade de <i>setup</i> preparação do banho e respetivas subactividades associada à operação de abertura de abas, com a implementação da proposta.	77

Tabela 20: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um maceiro associado à máquina de abrir copas, somatório dessas poupanças e estimativa da poupança diária.	79
Tabela 21: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um maceiro associado à máquina de abrir abam, somatório dessas poupanças e estimativa da poupança diária.	79
Tabela 22: Poupanças estimadas de tempo com a implementação da proposta.	83
Tabela 23: Poupança estimada do tempo relativo à colocação das proteções para branqueados com a proposta das telas de TNT aplicadas na estrutura com os rolos.	87
Tabela 24: Poupança estimada do tempo relativo à obtenção dos aros e formas com a proposta.....	91
Tabela 25: Poupança estimada do tempo relativo à substituição dos aros com a proposta.	93
Tabela 26: Poupança estimadas do tempo relativo ajuste das garras com a proposta. ...	95
Tabela 27: Poupanças estimadas relativas à iniciação da OF no TRD com a aproximação dos TRD's dos postos de trabalho na secção enformação.....	95
Tabela 28: Poupanças estimadas relativas à retoma da OF no TRD com a aproximação dos TRD's dos postos de trabalho na secção enformação.....	96
Tabela 29: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de <i>setup</i> relativos à operação de rematação nas máquinas Rápidas, <i>Mezzeras</i> e "Rematadeiras", em segundos e percentagem.	96
Tabela 30: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de <i>setup</i> relativos à operação à operação de goma em curso, em segundos e percentagem.	97
Tabela 31: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de <i>setup</i> relativos às operações de abertura de copas e abertura de abas respetivamente, em segundos e percentagem.....	97
Tabela 32: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de <i>setup</i> relativos às operações de enformação de copa e aba e enformação de sinos respetivamente, em segundos e percentagem.	97

LISTA DE ACRÓNIMOS

TRD	Terminal de Recolha de Dados
OF	Ordem de Fabrico
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
5 S	Ferramenta Lean (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)
6 S	5S+1 (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, Safety)
TPS	<i>Toyota Production System</i>
IED	<i>Input Exchange of Die</i>
OED	<i>Output Exchange of Die</i>
HST	Higiene e Segurança no Trabalho
MP	Matéria Prima

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o Projeto desenvolvido na empresa Fepsa, no âmbito da disciplina Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade de Aveiro.

O Projeto consistiu na aplicação de ferramentas *Lean* numa secção da Fepsa, uma indústria chapeleira, cuja atividade é pouco conhecida na atualidade, devido ao número reduzido de organizações em todo mundo a operar neste sector industrial.

O estágio no qual se integrou o presente projeto é de cariz profissional, tendo iniciado em novembro de 2013 e conclusão em dezembro de 2014. Para além do presente projeto foram desenvolvidas outras atividades com o mesmo enquadramento teórico e dentro dos objetivos programados.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

Ao operar num mercado com reduzida concorrência a nível mundial, nos últimos anos, a Fepsa tem vindo a reforçar a sua posição, através do forte crescimento da procura externa, graças à excelência e exclusividade dos seus produtos, quando a mesma já constituía aproximadamente 98% do seu volume de vendas em 2012.

Este forte crescimento levou a empresa a pensar numa forma de aumentar a eficiência de uma das secções mais flexíveis e versáteis. O trabalho realizado nesta secção depende fundamentalmente de máquinas muito antigas, algumas com origem no início do século passado e adaptadas à realidade atual, e de operadores com muita experiência e destreza, crucial em muitas situações, dada a natureza maioritariamente manual do trabalho realizado. O número e diversidade de operações realizadas no reduzido espaço da secção, juntamente com o número de combinações das operações que resultam dos requisitos e especificações dos clientes, conduziram à decisão de reorganizar e requalificar o espaço (*layout*), dando seguimento ao trabalho realizado à semelhança noutras secções. Esta tarefa foi precedida pelo estudo do trabalho realizado ao longo daquela secção, com vista à sua padronização e à procura de formas de aumentar a eficiência de determinadas operações.

Procurou-se assim, com a realização deste trabalho, encontrar soluções, com vista a melhorar a secção em estudo, que conduzissem à redução de fluxos e de tempos em conjunto com o aumento da eficácia em processos que promovem a conformidade dos produtos e a segurança do espaço, tornando-o assim, mais eficiente, seguro e com um melhor aspeto.

Este último aspeto prende-se com o atual estado de limpeza, organização e conservação da secção, que para além de afetarem o trabalho realizada, não favorecem uma secção, habituada a receber visitas, no âmbito do turismo industrial promovido pela câmara municipal de São João da Madeira, concelho em que a empresa se insere.

1.2 RELEVÂNCIA DO DESAFIO

O desafio, acima descrito, de aumentar a eficiência da secção é essencial por forma a garantir que as vantagens competitivas, como preço e qualidade, que a empresa possui face aos seus principais concorrentes não se tornem irrelevantes, na hora em que os clientes tiverem que optar.

Com vista a dar resposta ao aumento da procura externa, a empresa encontrou no *Lean* a solução para a redução dos desperdícios identificados que poderiam por em causa a atual vantagem competitiva e desta forma sustentar este crescimento.

Através das propostas de soluções extraídas da filosofia *Lean*, apresentadas no trabalho, a empresa obterá uma forma válida de sustentar o crescimento da procura dos seus produtos, reforçando o valor oferecido aos seus clientes face aos seus principais concorrentes.

A eficácia destas propostas de soluções poderá ser maximizada se no processo de formulação, implementação, avaliação e revisão das mesmas estiver presente o envolvimento e cooperação de todos e entre todos.

1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente documento divide-se em mais quatro capítulos para além do primeiro, agora apresentado, que serão descritos a seguir.

O segundo capítulo apresenta o enquadramento teórico deste trabalho, sob o título “Revisão Bibliográfica”, no qual se pretende apresentar os conceitos e fundamentos teóricos, que auxiliaram o processo de implementação de ferramentas *Lean* para melhoria da eficiência da secção.

O terceiro capítulo reúne a apresentação da empresa onde o projeto foi desenvolvido, assim como a descrição do processo produtivo singular da empresa e com mais pormenor da secção em estudo. Ainda neste capítulo, estão presentes os objetivos deste trabalho e a respetiva metodologia.

O quarto capítulo descreve a aplicação da metodologia proposta e apresenta os resultados relativos a cada um dos objetivos/subprojectos.

Por último, no quinto capítulo, encontram-se as principais conclusões e uma reflexão sobre o trabalho efetuado e ainda propostas de desenvolvimentos futuros com base no trabalho até então realizado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo são expostos os conceitos teóricos relevantes para o projeto desenvolvido. Para além de conceitos adquiridos, no âmbito académico, procuraram-se novos conhecimentos através de livros, artigos científicos e *sítes* relacionados com o assunto a desenvolver.

Nos dias de hoje existe uma filosofia que tem marcado o quotidiano e a gestão das organizações de todo o mundo, pela via da eliminação do desperdício e consequente aumento da eficiência, conferindo às mesmas uma maior competitividade, cada vez mais necessária num mundo empresarial globalizado.

2.1 LEAN THINKING - DEFINIÇÃO E ORIGEM

Enunciada pela primeira vez em 1996, por James Womack e Daniel Jones, essa forma de pensar, designada pelos mesmos autores de *Lean Thinking* (“pensamento magro”), tem como objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Os autores consideram-na como o “antídoto para o desperdício”, sendo este “qualquer atividade humana que não acrescente valor”. Esta filosofia tem raízes no sistema de produção da Toyota (TPS, *Toyota Production System*), criado por Taiichi Ohno (1988) e seus pares dos anos 1940, tendo sido inicialmente aplicado no sector da indústria automóvel. Posteriormente e mais recentemente, depois do sucesso alcançado pela Toyota e outras empresas do sector automóvel, grandes empresas dos mais diversos sectores industriais, contribuíram para a enorme reputação mundial que a filosofia apresenta, por terem sido bem-sucedidos, com ganhos significativos, através da implementação dos princípios *lean*, contribuindo para o crescimento e construção de um importante conceito de liderança e gestão empresarial, que pode ser implementado em qualquer empresa dos mais diversos sectores de atividade (Pinto, 2009).

O *Lean Thinking* começa com o cliente e a definição de valor. Considerando o processo de fabrico de um produto de uma determinada indústria, como um veículo que agrega valor (um produto) para um cliente, os princípios do *Lean Thinking* devem ser aplicáveis de um modo geral a todas as organizações, mais concretamente aos seus “veículos” (processos de fabrico) específicos da organização. A remoção dos desperdícios presentes em muitas das fases do processo de fabrico, desde o desenvolvimento inicial do produto à sua conceção, da garantia do cumprimento da entrega até à forma como irá ser projetada a instalação fabril, para ser verdadeiramente

lean terá de vincular todos esses elementos dentro de uma cadeia de abastecimento robusta para garantir o fluxo de valor (Melton, 2005).

2.1.1 DEFINIÇÃO DE VALOR

Na definição de *Lean Thinking* foram introduzidos dois importantes conceitos, valor e desperdício, cujo significado é essencial para compreendermos melhor o conceito anteriormente descrito. O valor pode ser definido, de uma forma simples, como a capacidade de providenciar no tempo certo e com o preço apropriado os produtos/serviços acordados com o cliente (Womack e Jones, 2003). Já segundo Pinto (2009), o valor é a compensação que recebemos (enquanto clientes) em troca do que pagamos, ou numa ótica mais abrangente no que respeita ao tipo de negócio, o valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. Esta definição permite afirmar que o valor justifica a existência de uma organização, sendo definido não pela organização mas sim pelo cliente. O mesmo autor vai ainda mais longe, referindo que apesar de o cliente ser o maior interessado, o valor é definido por todas as partes interessadas, os *stakeholders* da organização, quer sejam colaboradores, acionistas e sociedade em geral.

No entanto, a identificação do valor e a definição das propostas de valor específicas para os diferentes clientes, passam por perceber quais as reais necessidades dos mesmos. Os clientes “valorizam” ou estão dispostos a pagar pelo produto ou serviço, mediante as diferentes “características” que o produto apresenta (Pinto, 2009). Utilizando o exemplo dado por Melton (2005), na compra de uma máquina de lavar roupa, um determinado tipo de cliente pode “valorizar” uma determinada cor ou *design*, enquanto outro tipo de cliente atribui valor a características mais técnicas como a capacidade ou desempenho. O desafio para o fabricante está em desenvolver um portfólio de produtos baseado nestas diferentes propostas de valor (Melton, 2005).

2.1.2 DEFINIÇÃO E TIPOS DE DESPERDÍCIOS

Não há nada mais inútil do que fazer de forma eficiente algo que nunca deveria ter sido feito. Esta frase proferida por Druker (1980), citada por Pinto (2008), refere-se ao desperdício que entra na definição de *Lean Thinking* como antónimo de valor, referindo-se a todas as atividades que são realizadas no fabrico do produto/serviço que não acrescentam valor. A este tipo de atividades os japoneses chamam de *muda* (Pinto, 2009). Esta palavra é considerada por Womack e Jones (2003) como sendo a única

palavra japonesa que uma organização necessita de saber. O *muda* torna os produtos ou serviços mais caros, colocando a empresa numa situação de desvantagem face à concorrência, por esta conseguir colocar no mercado o mesmo produto ou serviço com valor semelhante ou superior para os mesmos clientes, a preços mais atrativos, resultantes de uma produção eficiente e mais económica. Esta vantagem competitiva é medida pelo valor que as organizações criam e por aquilo que pedem em troca. Quanto mais favorável for esta relação para o cliente, maiores são as hipóteses de vencer no mercado (Pinto, 2009).

No dia-a-dia, as organizações passam muito do seu tempo, cerca de 95%, empenhadas em atividades *muda* (Pinto, 2009). Estas atividades podem ser classificadas, de acordo com o mesmo autor, em diferentes tipos de desperdício:

Puro desperdício – Atividades totalmente dispensáveis, cuja eliminação é fulcral e obrigatória. São exemplo destas atividades, reuniões e deslocações desnecessárias, paragens e avarias que somadas podem constituir cerca de 65% do *muda* das organizações.

Desperdício necessário – Atividades que têm de ser realizadas, apesar de não acrescentarem valor. Como exemplo, temos a inspeção de matérias-primas, realização de *setups*, ou ainda atividades não nucleares cuja realização pode ser delegada a outras organizações (*outsourcing*). Na impossibilidade de o eliminar, as organizações deverão procurar reduzir permanentemente e de forma cíclica, este tipo de desperdício, com ajuda das ferramentas *lean*.

O desperdício pode ainda ser classificado como visível e invisível, sendo este último o que existe em maior abundância nas organizações e o mais difícil de combater (Pinto, 2009).

No seguimento do TPS, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram sete tipos de desperdícios, acreditando que a eficiência do processo produtivo, numa organização, só seria possível com a eliminação de todos estes desperdícios, produzindo assim apenas valor para o cliente (Pinto, 2009). A estes sete tipos de desperdícios, Liker (2004), complementou este trabalho com a identificação de um outro tipo de desperdício, constituindo assim oito tipos de desperdícios.

Excesso de Produção - Consiste em produzir o que não é necessário, quando não é necessário, em quantidades desnecessárias. Este desperdício é considerado na literatura o mais penalizante para as organizações devido às pesadas consequências que advêm, como a ocupação desnecessária de equipamentos e trabalhadores, consumo de

materiais e de energia e aumento de *stocks*, sem que isto represente retorno financeiro para a organização.

Tempo de espera – Tempo em que trabalhadores e equipamentos se encontram parados ou inativos, simplesmente por falta de trabalho ou avaria, ou ainda devido a atrasos de fornecimento, falta de *stock*, grandes lotes de produção e capacidade não balanceada ou sincronizada com a procura.

Transporte – Está associado a qualquer movimentação de pessoas, informação, materiais, partes montadas ou acabadas desnecessária. Os sistemas de transporte e movimentação ocupam espaço, acrescem custos, aumentam o tempo de fabrico e podem até mesmo danificar os produtos durante as movimentações.

Movimentações – Este tipo de desperdício está relacionado com os movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de determinadas operações, como procurar, agarrar, andar, empilhar peças ou ferramentas.

Processo – Os desperdícios do processo dizem respeito a todas as operações e processos que não são necessários, resultantes de uma incorreta utilização de equipamentos e ferramentas, bem como de procedimentos complexos e errados aos quais não foi providenciada a informação adequada.

Stocks – Este tipo de desperdício está associado ao facto de existir *stock* de matérias, produtos semiacabados e acabados, em maiores quantidades do que as necessárias para a satisfação das exigências dos clientes (procura). Tem um impacto negativo pois acarretam custos de armazenagem e de transporte, *lead times* mais longos, produtos danificados e obsolescência. O excesso de *stock* pode ocultar problemas como o não balanceamento da produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em manutenção e longos tempos de *setup*.

Defeitos – Os defeitos ou problemas de qualidade implicam custos associados ao tempo e mão-de-obra despendidos no retrabalho, reparação e inspeção dos componentes, ou ainda custos associados a uma repetição do seu fabrico. Quando são detetados tardiamente, ou quando o retrabalho ou novo fabrico condiciona o cumprimento do prazo de entrega, este tipo de desperdício pode implicar custos e consequências mais gravosas para a organização devido à imagem perante o cliente.

Desperdício do Potencial Humano – Resulta da inutilização da criatividade dos trabalhadores por parte das organizações. Este não envolvimento e não ouvir os trabalhadores pode causar perdas de ideias, habilidades e oportunidades de melhorias e aprendizagem.

2.1.3 PRINCÍPIOS *LEAN THINKING* REVISTOS

Womack e Jones (1996) identificaram cinco princípios da filosofia *lean thinking*, organizados de forma a servir de itinerário para a implementação da filosofia nas organizações: 1) criar valor; 2) definir a cadeia de valor; 3) otimizar o fluxo; 4) o sistema *pull* e 5) perfeição. Face às lacunas que estes princípios apresentavam, em considerar apenas a cadeia de valor do cliente e por entender que os mesmos pudessem induzir uma incorreta interpretação por parte das organizações, a Comunidade *Lean Thinking* (2008), propôs uma revisão dos princípios *lean thinking* enunciados anteriormente, sugerindo a adoção de mais dois princípios (figura 1):



Figura 1: Os 7 princípios *Lean Thinking* revistos (Fonte: Pinto, 2009).

1. Conhecer quem servimos – Conhecer com detalhe todos os *stakeholders* do negócio e não apenas o cliente. Focalizar a atenção no cliente final e não apenas no próximo cliente da cadeia de valor, independentemente da posição que a organização ocupa na mesma.

2. Definir os valores – Atividades que antes eram classificadas como desperdício necessário são agora classificadas como valor acrescentado, porque criam valor para outras partes interessadas que não o cliente.

3. Definir as cadeias de valor – Se a organização tem de satisfazer simultaneamente todos os seus *stakeholders*, entregando-lhes valor, é natural que tenha de definir, para cada parte interessada, a respetiva cadeia de valor procurando sempre que possível o equilíbrio de interesses.

4. Otimizar o fluxo – Procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes. Fluxos de materiais, de pessoas, de informação e de capital.

5. Implementar o sistema *pull* – se possível nas cadeias de valor. A lógica *pull* em oposição ao *push*, procura deixar o cliente e outros *stakeholders* liderarem os processos, competindo-lhes, apenas, a eles desencadear os pedidos e evitando que as empresas empurrem para as partes aquilo que julgam ser a necessidade destas.

6. A procura pela perfeição – Sabendo que o interesse, as necessidades e as expectativas das diferentes partes interessadas estão em constante evolução, incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente e procurando ser rápido, permitirá às organizações melhorar continuamente.

7. Inovar constantemente – Inovar para criar novos produtos, novos serviços, novos processos, sempre com o objeto de criar valor.

2.1.4 BENEFÍCIOS DO *LEAN THINKING*

A filosofia *Lean Thinking* pode ser aplicada a qualquer organização e a qualquer sector de atividade, isto apesar de, ter sido inicialmente pensada e desenhada para a indústria automóvel, mas que com o passar do tempo e constatação dos excelentes resultados verificados nesta indústria, rapidamente se difundiu para outros sectores de atividade tornando-se na filosofia de eleição das organizações. Womack e Jones (1996) demonstraram que muitas organizações norte-americanas, europeias e japonesas duplicaram os seus níveis de desempenho, enquanto reduziam *stocks* e erros, e ao mesmo tempo aumentaram o nível de serviço aos clientes (CLT, 2008).

Os benefícios resultantes da aplicação do *Lean Thinking* encontram-se publicados em diversas obras, relatórios e casos de estudo. Um desses estudos, publicado pelo *Lean Institute* nos EUA, resume alguns dos benefícios alcançados pelas organizações com a aplicação desta filosofia:

- Crescimento do negócio – valores superiores a 30% num ano;
- Aumento da produtividade – valores entre 20% a 30%;
- Reduções dos *stocks* – valores típicos apontam para reduções superiores a 80%;
- Aumento do nível de serviço (cumprimento de requisitos e pedidos, entregas a tempo) – valores entre 80% a 90%;

- Aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente. Redução dos defeitos em 90%;
- Maior envolvimento, motivação e participação das pessoas;
- Redução de acidentes de trabalho em 90%;
- Redução de espaço ao nível do *shop floor* – valores na ordem dos 40%;
- Aumento da capacidade de resposta por parte da empresa;
- Redução do *lead time* – valores típicos de 70 a 90%.

Mais do que atingir resultados semelhantes, as organizações, devem procurar sistematicamente e incessantemente por melhores resultados numa ótica de melhoria contínua (CLT, 2008).

2.2 MÉTODOS E FERRAMENTAS *LEAN*

Com o intuito de ajudar a implementar a filosofia *lean* nas organizações, foram desenvolvidos métodos e ferramentas, cuja definição, origem e forma de aplicação, são descritas seguidamente.

2.2.1 5S

A ferramenta 5S representa uma das bases para a implementação da filosofia *lean* em empresas e constitui igualmente uma ferramenta de suporte de grande parte de metodologias que lhe estão associadas (Liker, 2004). Os 5S referem-se a um conjunto de práticas que procuram a redução de desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos, através de uma abordagem muito simples que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho (Pinto, 2009). O próprio nome, 5S, reúne as cinco palavras japonesas, começadas pela letra “s”, que simbolizam/identificam as 5 etapas/práticas desta ferramenta:

1. **Seiri** (organização) – separar o útil do inútil, removendo do local de trabalho tudo o que não for necessário para a atividade.
2. **Seiton** (arrumação) – definir um local para todas as coisas necessárias à atividade, aproximando mais, do local de trabalho, as de uso mais frequente, identificando o local e o respetivo objeto e ainda mantendo os mesmos sempre organizados.
3. **Seiso** (limpeza) – assegurar uma constante limpeza do posto de trabalho, atribuindo esta tarefa aos trabalhadores que lhes estão associados e definindo uma norma de limpeza para cada um desses postos de trabalho.

4. **Seiketsu** (normalização) – definir uma norma geral de arrumação e de limpeza para cada um dos postos de trabalho, de forma a assegurar a manutenção dos três primeiros “s”.
5. **Shitsuke** (autodisciplina) – praticar os princípios de organização, sistematização e limpeza e desenvolver um sistema de verificação (tipo lista de verificações – *checklist* e de ajudas visuais, incluindo cores, indicadores e gráficos) de forma a controlar e garantir o cumprimento dos compromissos assumidos.

Segundo Pinto (2009), um número crescente de empresas têm vindo a acrescentar mais um “s” a esta ferramenta. O sexto “s” refere-se à segurança, estando o mesmo intrinsecamente associado aos restantes (figura 2). Este “s” abrange a segurança dos trabalhadores, como a ergonomia, precauções contra incêndios, proteção de segurança nos equipamentos, formação nos trabalhadores para atuar em casos de emergência, entre outros aspetos do âmbito da segurança e higiene no trabalho (Ribeiro, 2011).



Figura 2: Os 6S (5+1) e a eliminação do desperdício (Fonte: Pinto, 2009).

2.2.2 GESTÃO VISUAL

A gestão visual, também referida como controlo visual, é um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações tornando as coisas visíveis, lógicas e, acima de tudo, mais intuitivas (Pinto, 2013). É através da visão que recebemos a maior quantidade de informação (aproximadamente 80%), sendo que as coisas que estão visíveis e que originaram essa informação mantêm-se na nossa mente, são melhor

percebidas e assimiladas. A gestão visual pretende assim, facilitar a tomada de decisão com base na informação recolhida visualmente e permite tornar as empresas menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos formais. Na prática, esta ferramenta, consiste em sinais visuais que podem aparecer sob diferentes formas, desde sombras das ferramentas num quadro, marcas pintadas no chão ou paredes, sinais luminosos, roupa ou farda de diferentes cores, ou quadros de acompanhamento. A utilização da ferramenta *lean* 5S contribui imenso para a implementação do controlo visual. A informação visual deve ser o mais simples possível para que, num ápice, as pessoas recebam a informação necessária, sem dúvidas e sem hesitações (Pinto, 2013).

2.2.3 DIAGRAMA DE FLUXOS

O diagrama de fluxos é uma ferramenta *lean* utilizada no estudo dos movimentos relativos a algum trabalhador/peça em qualquer parte da fábrica (Meyers e Stewart, 2002). O diagrama de *spaghetti*, cujo nome advém do facto de o desenho parecer a imagem de uma tigela cheia de esparguete, consiste num diagrama de fluxos em que a representação das movimentações realizadas pelos operadores e materiais é feita manualmente (Feld, 2000).

2.2.4 SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

A mudança de produtos, ferramentas ou ajustes feitos no decorrer de um processo são designados por *setup* ou *changeover*. Durante o *setup* o processo não produz valor, apenas aumenta o custo e o tempo, pelo que se traduz num desperdício que deve ser eliminado. A redução do *setup* possibilita não só a redução de tempo e custo associado mas também viabiliza a produção em menores quantidades. Além disso, técnicas mais rápidas e simples de mudança de ferramenta eliminam as possibilidades de erros (Pinto, 2010).

Um método que revolucionou a gestão de operações neste domínio foi o SMED (*Single Minute Exchange of Die*), proposto por Shigeo Shingo nos anos 1960s. Este método consiste em ações baseadas e atividades de melhoria, resultado do trabalho em equipa, que usam uma abordagem sistemática, de modo a reduzir significativamente os tempos de mudança e ajuste, com o propósito de maximizar a quantidade de tempo que uma dada operação requer e utiliza (Pinto, 2010). As operações associadas à mudança de ferramenta podem ser de dois tipos:

Operações internas (IED – *Input Exchange of Die*) – operações que apenas podem ser realizadas com a máquina imobilizada;

Operações externas (OED – *Output Exchange of Die*) – operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Segundo Courtois *et al* (2007), o método SMED consiste no conjunto das seguintes 8 etapas propostas por Shingo (1996):

1. **Identificar as operações internas (IED) e externas (OED)** – Observar o processo e identificar claramente quais são as operações internas (IED) e externas (OED). Só esta simples distinção permite, através de uma racionalização das operações de mudança de ferramenta, uma redução da ordem dos 30%, sem executar qualquer modificação importante no processo.
2. **Transformação das operações internas em externas** – Esta é a etapa mais importante do método SMED. Através do estudo e análise do trabalho, é possível transformar algumas operações internas em externas.
3. **Normalização das funções** – Para se conseguir uma rápida mudança de ferramenta é necessário suprimir o mais possível as afinações da máquina normalizando as funções que necessitam ser alteradas.
4. **Utilização de fixações funcionais** – É necessário utilizar todas as técnicas possíveis para reduzir o tempo durante o qual a máquina está imobilizada, utilizando para isso, sistemas de fixação das ferramentas por pressão.
5. **Sincronização das tarefas** – Uma má sincronização das tarefas conduz frequentemente a deslocações inúteis que ocasionam perdas de tempo. Esta sincronização pode levar o operador a solicitar ajuda durante, por exemplo, um curto período de tempo, a fim de evitar ter que fazer várias deslocações em torno da máquina.
6. **Eliminação das afinações** – A afinação de uma máquina não deve subsistir a não ser que seja realmente indispensável.
7. **Recurso à automatização** – Utilizar sistemas mecanizados para realizar algumas operações de *setup*. Estas soluções automatizadas apenas devem ser consideradas nesta fase uma vez que conduzem a custos mais elevados e nem sempre a maior eficácia, pelo que a sua implementação deve ser alvo de um rigoroso estudo de rentabilidade.

2.2.5 TRABALHO PADRONIZADO (*STANDARD WORK*)

O trabalho padronizado é uma ferramenta básica *lean* centrada no movimento e trabalho do operador que visa a eliminação de desperdícios (Liker e Meier, 2007). Padronizar, uniformizar, normalizar ou standardizar significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas (Pinto, 2009). Deste modo, a padronização de processos de trabalho, passa pela documentação dos modos operatórios (instruções de trabalho), de forma a garantir que todos seguem o mesmo procedimento, utilizam do mesmo modo as mesmas ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações (Pinto, 2009). O primeiro passo consiste em compreender completamente a atual situação, para posteriormente identificar uma condição ótima de trabalho e trabalhar para criá-la (Liker e Meier, 2007). A padronização do trabalho pode levar ao aumento da previsibilidade dos processos, à redução de desvios e de custos (Pinto, 2009). Para Liker e Meier (2007), o estabelecimento de processos e procedimentos padronizados são um importante contributo para a criação de um desempenho consistente, devendo estes contudo, serem constantemente aperfeiçoados e atualizados. É crucial também que sejam desenvolvidos de forma a permitir que qualquer um consiga entender as instruções (Scotchmer, 2008).

2.2.6 FLUXOGRAMA

O fluxograma, uma das primeiras ferramentas a utilizar quando se pretende estudar um processo, permite a representação de qualquer procedimento, processo de fabrico, funcionamento de sistemas ou equipamentos, etc., através da ilustração das suas várias etapas, ordenadas sequencialmente. É uma ferramenta de cariz essencialmente gráfico, que possibilita um melhor conhecimento dos processos, a identificação de causas para alguns problemas e de atividades que não acrescentam valor (Brilman, 2000). Segundo Brilman (2000), a grande vantagem do uso desta ferramenta é a de permitir uma identificação clara de todos os passos de execução de determinado processo, tornando perceptível o método. Outra vantagem, de acordo com o mesmo autor, é que através da realização de um fluxograma se podem identificar variações no processo, quando este é executado por pessoas ou equipas diferentes. O fluxograma é constituído por passos sequenciais de ação e decisão, cada um dos quais representados por simbologia própria, como se pode verificar pela figura 3.

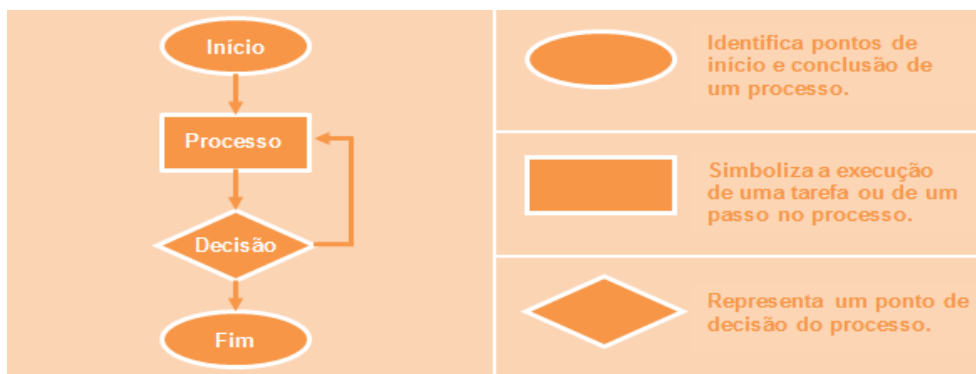


Figura 3: Simbologia do fluxograma (Fonte: Adaptado de Brassard e Ritter, 1994).

2.3 DEFINIÇÃO E TIPOS DE *LAYOUTS*

Um *Layout* é a distribuição dos recursos necessários à fabricação de um produto/serviço pelo espaço disponível na empresa, sendo que nesta configuração espacial também é dada relevância ao fluxo de pessoas, materiais e informação através de sistemas de operações (Pinto, 2010). Segundo Stevenson (2007) esta disposição de homens, máquinas e materiais devem permitir integrar o fluxo de materiais no padrão máximo de economia e rendimento. Para uma correcta racionalização de um *layout* é necessário saber, de entre outros, qual a sequência de operações, quais e quantos são os recursos a utilizar, quais possam ser as particularidades ou restrições a respeitar referentes a equipamentos, às instalações, etc., e também perceber qual o fluxo de materiais e produtos em transformação (Tavares, 2000). Os espaços envolventes respeitantes aos equipamentos (necessários para a execução das suas operações de manutenção ou de reparação) bem como a definição das vias de circulação interna, são outros dos aspetos a ter em consideração, assim como haverá que ponderar os espaços de estacionamento daqueles produtos em transformação à entrada e à saída de cada máquina, se for caso disso. Algumas das razões que podem levar as direções de produção a redefinir os *layouts* da produção podem ter como objetivo a melhoria da eficiência das operações, e consequentemente o aumento da capacidade produtiva, ou ajustamentos para responder à produção de novos produtos a entrarem no mercado, ou ainda as diferentes quantidades a produzir e as alterações dos processos produtivos, bem como a legislação a respeitar no momento (Yang e Peters, 1998). As decisões associadas aos *layouts* são críticas às empresas, pois requerem investimentos substanciais de dinheiro, esforço e tempo, envolvem compromissos a longo prazo, o que torna os erros mais difíceis de serem ultrapassados e porque têm um impacto significativo no desempenho do sistema (em custo, tempo, segurança e resultados

financeiros (Pinto, 2010). A tabela seguinte apresenta as consequências positivas e negativas dos *layouts* no desempenho das empresas (Pinto, 2010).

Tabela 1: Consequências positivas e negativas dos *layouts* no desempenho das organizações
(Fonte: Pinto, 2010).

Benefícios de um bom <i>layout</i>	Desvantagens de um mau <i>layout</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimiza custos de transporte e movimentação de materiais; ▪ Correta utilização dos espaços; ▪ Utilização dos recursos humanos de forma eficiente; ▪ Elimina estrangulamentos (ou <i>bottlenecks</i>); ▪ Melhora a comunicação; ▪ Reduz tempos de processo e de serviço; ▪ Elimina movimentos desnecessários; ▪ Facilita a movimentação de recursos e cargas; ▪ Incorpora medidas de segurança e HST; ▪ Promove a qualidade de produtos e serviços; ▪ Facilita as operações de manutenção; ▪ Facilita o controlo visual das operações; ▪ Garante a flexibilidade do sistema de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevados custos de posse e de movimentação; ▪ Maiores tempos de ciclo e maiores <i>lead times</i>; ▪ Elevados <i>stocks</i> intermédios; ▪ Pior qualidade; ▪ Danos nos artigos e produtos; ▪ Problemas de segurança e na moral dos colaboradores; ▪ Baixa utilização do espaço e equipamentos; ▪ Zonas congestionadas e outras não.

2.3.1 LAYOUT POR PRODUTO

Um *layout* por produto é composto por um conjunto de postos de trabalho (equipamentos e processos) dispostos de forma sequencial, interligados por um sistema de transporte de materiais, para produção de um determinado produto ou famílias de produtos. Para este tipo de *layout* temos como exemplo uma linha de montagem. Esta configuração é a mais indicada quando se pretende obter um elevado nível de *output*, sendo que a utilização dos recursos é maximizada. Este elevado rendimento deve-se ao facto de neste tipo de *layouts* ser possível reduzir os *setups* e transportes, assim como rentabilizar tempos não-produtivos, tendo em conta que este *layout* é projetado para o

fabrico de um determinado produto ou família de produtos com reduzido ou nenhum nível de personalização (produtos standardizados) (Stevenson, 2007; Pinto, 2010). A figura 4 ilustra este tipo de *layout* por produto.



Figura 4: Exemplo de *layout* por produto (Fonte: Adaptado de Pinto, 2010).

De seguida são apresentadas as vantagens e desvantagens deste tipo de *layout* segundo Stevenson (2007):

Vantagens

- Elevado nível de *output*;
- Reduzido custo unitário devido ao elevado volume produzido;
- O trabalho especializado reduz os custos de treino e tempo, o que resulta num amplo leque de supervisão;
- Reduzidos custos de manuseio dos materiais por unidade (o manuseio é simplificado uma vez que as unidades seguem a mesma sequência de operações);
- Elevada utilização de mão-de-obra e equipamentos.

Desvantagens

- A intensa divisão do trabalho normalmente leva a aborrecimento, tarefas repetitivas oferecem pouca oportunidade de avanço e pode levar a problemas de moral e lesões por esforço repetitivo;
- Trabalhadores pouco qualificados podem apresentar pouco interesse na manutenção dos equipamentos e na qualidade dos produtos;
- O sistema é bastante inflexível na resposta a mudanças de volume de produção ou mudanças no projeto do produto ou processo;
- Sistema muito suscetível a falhas causadas por paragens de equipamento ou excessivo absentismo;
- Manutenção preventiva, capacidade para reparações rápidas e *stock* de peças suplentes são despesas necessárias;

- Planos de incentivo vinculados à produção individual são impraticáveis, uma vez que poderia causar variações entre as saídas de trabalhadores, o que prejudicaria o bom fluxo de trabalho através do sistema.

Segundo Stevenson (2007), este tipo de *layout* pode adotar uma forma em U em vez de uma linha reta como ilustrado na figura 5. Esta configuração apresenta vantagens na medida em que permite colmatar alguns dos problemas verificados relativos aos *layouts* em linha reta:

- Mais compacto, menor espaço ocupado;
- Menor distância percorrida pelos operadores;
- Facilita a comunicação e o trabalho em equipa;
- Mais flexível na resposta às variações da procura e resultante diminuição de mão-de-obra, pois permite que os operadores desempenham tarefas de diferentes postos com menor esforço.

Nas situações em que a elevada automação está presente estas linhas podem não ser as mais vantajosas, uma vez que não necessitam que haja um trabalho em equipa e comunicação. Também se existirem requisitos de barulho e contaminação pode ser mais indicada uma linha reta (Stevenson, 2007).

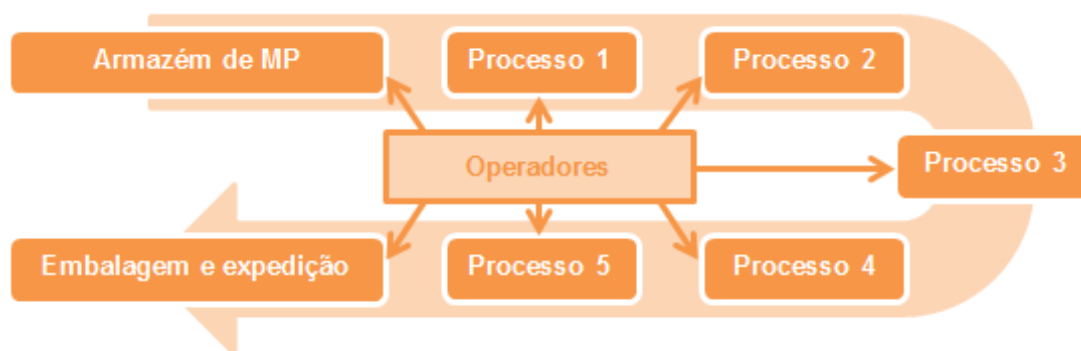


Figura 5: Exemplo de *layout* por produto em forma de U. (Fonte: Adaptado de Stevenson, 2007).

2.3.2 LAYOUT POR PROCESSO

Num *layout* por processo todos os equipamentos e processos idênticos são agrupados por secções ou departamentos onde o trabalho a executar é igual ou idêntico. Desta forma, o fabrico de um produto que necessite de recorrer a diferentes equipamentos e processos de fabrico, como por exemplo corte, moldagem, pintura, inspeção, montagem, passará por percorrer cada uma destas diferentes secções, numa ordem predefinida até estar finalizado. A figura seguinte mostra um exemplo da

organização de um *layout* por processo assim como os diferentes fluxos que os produtos podem tomar neste.

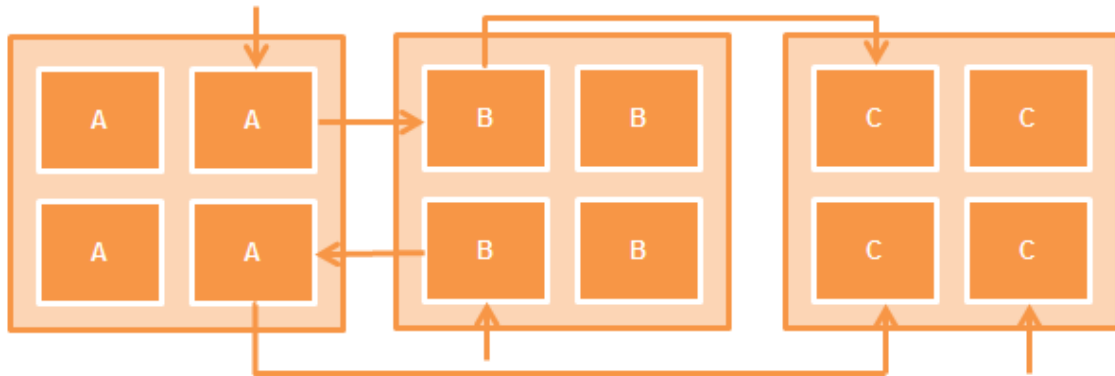


Figura 6: Exemplo de um *layout* por processo (Fonte: Adaptado de Pinto, 2010).

Este tipo de *layout* é bastante flexível, respondendo bem às variações de procura e dos produtos. Contudo comporta desperdícios ao nível de transporte de materiais, frequentes *setups*, tempos não produtivos, sendo ainda de difícil gestão. Para além dos custos associados ao transporte e manuseamento dos produtos, este tipo de sistemas, comportam maiores custos de investimento num meio de transporte capaz de transportar os produtos, sob a forma de lotes, de secção para secção, de satisfazer as diferentes rotas entre secções e requisitos de circulação nas mesmas. Outro aspeto importante, é o facto de a configuração deste tipo de *layout* (por processo) não permitir que seja tão vulnerável, face a problemas de avarias mecânicas e/ou absentismo como o *layout* por produto. Por outro lado a produção é feita em lotes o que torna a produção menos dependente entre processos (Pinto, 2010; Stevenson, 2007). Além das vantagens e desvantagens referidas atrás, são enunciadas, seguidamente, mais vantagens e desvantagens segundo Stevenson (2007):

Vantagens

- Sistema capaz de responder às variações dos requisitos;
- Sistema não é particularmente vulnerável a falhas de equipamentos;
- O equipamento geral é frequentemente menos dispendioso do que os equipamentos especializados utilizados nos *layouts* por produtos e é mais fácil e menos dispendioso de manter;
- É possível utilizar sistemas de incentivo individuais.

Desvantagens

- Os custos do inventário em processo podem ser elevados, se forem utilizados lotes de produção no sistema;
- A definição das rotas de processamento e o planeamento da produção colocam desafios contínuos;
- Níveis de utilização de equipamento baixos;
- Manuseio de material lento e ineficiente, e mais caro por unidade quando comparado com o *layout* por produto;
- A complexidade do trabalho leva a altos custos de supervisão quando comparado com o *layout* por produto;
- A necessidade de especial atenção para cada produto ou cliente e volumes baixos resultam em custos unitários mais elevados do que no *layout* do produto;
- Contabilidade, controlo de inventário e compras são muito mais envolvidos do que no *layout* por produto.

2.3.3 LAYOUT CELULAR

Este tipo de *layout* organiza os equipamentos/máquinas em células de fabrico. Cada uma dessas células é composta por um conjunto de equipamentos necessários ao fabrico de produtos semelhantes ou famílias de produtos que exigem um processamento semelhante, sendo que nem todos os produtos têm de passar obrigatoriamente por todos os processos que compõem a célula de fabrico. As variações entre produtos devem ser pequenas de modo a permitir a flexibilidade deste tipo de *layouts*. Este conceito de produção em célula está intimamente ligado à tecnologia de grupo, que permite a implementação de sistemas flexíveis e competitivos, tirando partido das vantagens da produção em série e da produção unitária (Pinto, 2010; Stevenson, 2007). Um exemplo deste tipo de *layout* é ilustrado na figura 7 no qual os produtos são direccionados para diferentes células com base nas diferentes necessidades produtivas que apresentam.



Figura 7: Exemplo de um *layout* celular (Fonte: Adaptado de Pinto, 2010).

De seguida são enumeradas as vantagens e desvantagens deste tipo de *layout* segundo Pinto (2010):

Vantagens

- Flexibilidade;
- Possibilidade de ajuste a vários volumes de fabrico;
- Simplicidade na gestão;
- Redução de espaço comparado com o *layout* funcional;
- Redução de tempos não-produtos;
- Menores erros de qualidade;
- Menores quantidades de *stock*;
- Autonomia;
- As pessoas preferem este tipo de organização aos dois anteriores.

Desvantagens

- Dificuldade na formação de famílias e na criação das respetivas células;
- Investimentos associados à duplicação de equipamentos e outros meios para apetrechar as células;
- Dificuldade em acomodar novos produtos que não se “encaixem” em nenhum das atuais famílias ou células.

2.3.4 LAYOUT POR POSIÇÃO FIXA

Neste tipo de *layout* os recursos deslocam-se em torno do produto, mantendo-se este estacionário. Está associado a projetos de construção civil (por exemplo, edifícios, pontes, barragens elétricas), construção naval, aeronáutica, aeroespacial, agrícola, de perfuração de petróleo, etc (Pinto, 2010).

3. FEPSA, FELTROS PORTUGUESES S.A.

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A FEPSA foi fundada em 1969, em S. João da Madeira, graças à união de seis industriais de chapelaria, com raízes no início do século XX, e é em grande medida o consolidado de uma indústria muito antiga na Europa, e que em Portugal teve um significativo impulso no século XVIII com o Marquês de Pombal.

O feltro para chapéus é produzido na FEPSA por homens e mulheres cujo saber e trabalho dedicado permitem concorrer num universo de qualidade de topo, quer em termos de produtos, quer em termos de serviços. É constante a preocupação em inovar, a aposta no desenvolvimento de tecnologia, na flexibilidade para responder a uma grande diversidade de clientes e a adoção de diferentes princípios de organização da produção.

Em 1972, a produção de cerca de 350.000 unidades anuais era totalmente comercializada em Portugal, abastecendo as fábricas de acabamento associadas e outros pequenos consumidores. Com a revolução de 1974 e a situação político-laboral dos anos que se seguiram, alterou-se por completo a estabilidade conseguida com sucessivas subidas dos custos de laboração e das matérias-primas, o aumento das dificuldades financeiras da sociedade e a redução drástica do consumo de feltros no país.

Confrontada com esta situação, a Fepsa voltou-se para os mercados externos, conseguindo após várias tentativas e adaptações, penetrar em vários países e em concorrência com fabricantes de renome mundial.

A empresa adquiriu novas máquinas, que conjuntamente com o *know-how* adquirido ao longo dos anos, permitiram à Fepsa colocar-se ao nível dos restantes fabricantes a nível mundial.

O facto de alguns fabricantes europeus e americanos, por múltiplas razões, terem encerrado, duplicou a procura de feltros de pelo da Fepsa, tornando-se necessário instalar novas linhas de fabrico que permitissem, pelo menos, duplicar a produção. Impossibilitada de o fazer nas instalações originais, por falta de espaço, foi construída a nova fábrica em 1990 na qual se privilegiou a aquisição de novo equipamento, prevenção da poluição e bem-estar de todo o pessoal (Fepsa, 2014).

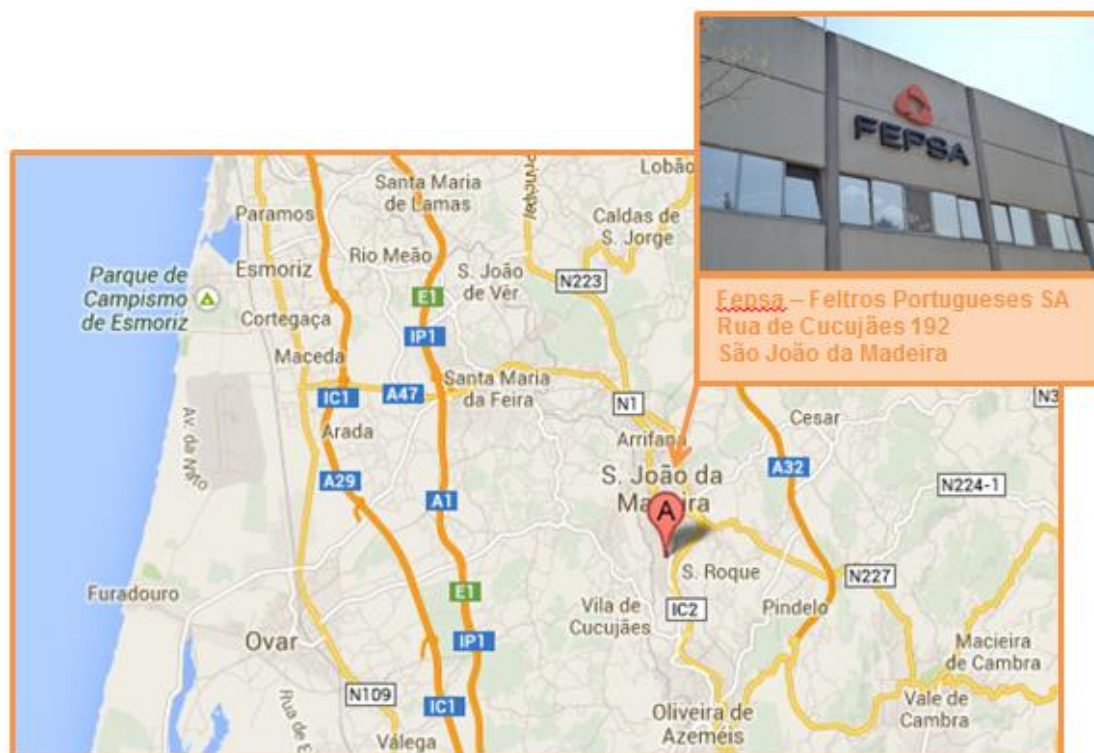


Figura 8: Localização das instalações da Fepsa (Fonte: Google Maps).

3.2 OS PRODUTOS

A Fepsa dedica-se ao fabrico de feltro para chapéus. O feltro é produzido através da disposição aleatória de fibras animais numa superfície, criando um manto, e da sua feltragem por compressão e vibração, sob ação de água e calor (Fepsa, 2014). Posteriormente são trabalhados conforme as especificações dos clientes, sendo-lhes entregues sob a forma de produto semiacabado. Os chapéus semiacabados destinam-se a um mercado de clientes focados no seu acabamento e posterior venda. Desta forma, a Fepsa possui uma importante vantagem competitiva em relação aos seus principais concorrentes, pois é a única no mundo que se dedica exclusivamente ao fabrico de feltros para a indústria chapeleira, isto é, de não produzir o produto acabado, e desta forma não competir com os seus clientes na venda de chapéus acabados ao consumidor final.

A possibilidade de personalização dos produtos disponibiliza ao cliente uma oferta infinita de feltros, segundo a procura específica, podendo variar em termos de matéria-prima, cor, acabamento e tamanho (figura 9).

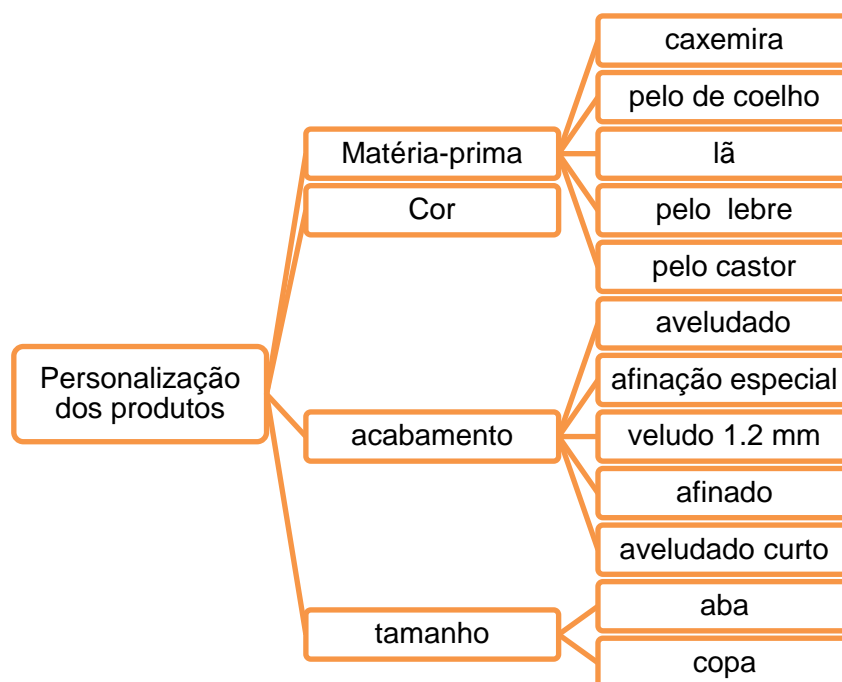


Figura 9: Possibilidades de personalização dos produtos.

Os preços dos produtos, segundo as características enumeradas anteriormente, variam numa escala que pode ir desde cerca de 8 € para um feltro de lã e acima de 100 € para um feltro de pelo de castor.



Figura 10: Exemplo de um feltro de lã (lado esquerdo) e 100% castor (lado direito) ambos produzidos na Fepsa (Fonte: Fepsa).

Além da forte personalização dos seus produtos, a Fepsa permite uma flexibilidade na encomenda dos seus clientes na medida em aceita encomendas unitárias em cores, formas, tamanhos e composições não disponibilizadas em catálogo.

3.3 OS MERCADOS E CLIENTES

A empresa realizou um grande caminho no campo da internacionalização e atualmente exporta quase 100% do que produz para os cinco continentes, para vinte e três países. A Fepsa é, neste momento e na área, a segunda maior empresa da Europa e

a terceira maior do mundo, no que diz respeito à quantidade produzida. Contudo, assume-se como líder mundial nos produtos de gama alta.

Segundo dados disponibilizados pela empresa, detém atualmente cerca de 20% do mercado mundial de feltro.

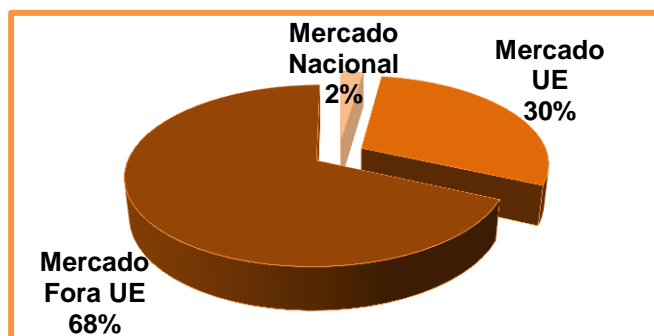


Figura 11: Volume de vendas segundo mercados em 2012 (Fonte: Fepsa).

Nos vários mercados, a Fepsa fornece os seus produtos a uma quantidade considerável de clientes, incluindo fabricantes das marcas de topo, tal como se pode analisar na tabela 2, apresentada de seguida.

Tabela 2: Exemplos de clientes da Fepsa (Fonte: Fepsa).

País	Cientes
Itália	Borsalino, Barbízio, Panizza, Guerra, MaxMara
França	Crambes, Maison Michel, Chanel, Yves Saint Laurent, Kenzo, entre outros
Espanha	A. Garcia, Fernandez & Roche, Miguel de la Rosa
Áustria	Zapf, Frech, Muhlbauer, Bittner
Alemanha	Mayser, Seeberger, Breiter
Inglaterra	Christy, Failsworth
Hungria	Nobilis
Israel	Ferster
Nova Zelândia	Hills Hats
Austrália	Akubra
Japão	Fuji, Sahara
EUA	Larry Mahan, Milano, Scala, Rodeo King, Serratelli, Bailey, Rollstone, Attwood, Greeley, Optimo, Stetson, Resistol
Canadá	Biltmore
México	Westpoint

A empresa oferece produtos para mercados bastante distintos, adaptados às necessidades dos mesmos e segundo os variados fins a que se destinam.

Alguns dos mais relevantes são os chapéus típicos da Andaluzia e Alentejo, os chapéus tipo “Cowboy” sobretudo para mercados do sul dos EUA e México, os chapéus típicos da Cordilheira dos Andes, os chapéus típicos australianos e os chapéus tirolese para mercados da Europa Central, Sul da Alemanha e Áustria.

Outros mercados com especial importância em termos de expansão são o judeu, muito importante em termos de volume de vendas e com perspectivas de expansão, e o mercado da moda, presente sobretudo em Paris e Itália, tais como Chanel, Yves Saint Laurent e MaxMara. Este último não representa volumes muito expressivos de vendas, devido às quantidades diminutas referentes a estes clientes, mas assume grande importância estratégica ao associar a Fepsa a marcas de alta-costura, reconhecidas em todo o mundo.

Um outro *target* da empresa é o teatro e cinema (figura 12). Apesar do efeito positivo que estes tipos de projetos têm na imagem internacional da empresa e dos seus produtos, os volumes de vendas são residuais, limitando-se a pequenas quantidades. As maiorias dos feltros produzidos anualmente na Fepsa destinam-se fundamentalmente a grupos étnicos e a fardamentos.

No que concerne aos grupos étnicos, os judeus ortodoxos e os *cowboys* são os mais importantes no volume total de vendas, sendo seguidos pelos australianos, tirolese e povos dos Andes.

No que se refere ao segundo grupo, a Fepsa fornece, a título de exemplo, os feltros para os chapéus da Real Polícia Montada Canadiana, da Força Aérea da Nova Zelândia, dos carteiros e da alfândega suíços.



Figura 12: Imagem do filme “Public Enemies”, onde se pode visualizar o chapéu com origem na Fepsa.

3.4 O PROCESSO PRODUTIVO

Seguidamente será descrito o processo produtivo dos feltros de pelo, constituídos maioritariamente por um ou mais tipos de pelo, seja pela origem animal ou pela cor.

Feltros de Pelo



Receção e Armazenamento da Matéria-Prima



Suflagem

- Preparam-se as misturas com pelo de coelho, lebre ou castor mediante as OF na misturadora (máquina 1);
- Procede-se à eliminação de impurezas da mistura de pelo na sufladora (máquina 2).



Arcagem

- Uma determinada quantidade de mistura é libertada sobre um cone metálico, por forma a se obter uma pasta em forma do cone com a gramagem pretendida pelo cliente, dando origem ao feltro.



Fula

- Realizam-se as operações de semussagem, revista e feltragem, realizadas nas máquinas MA, MB e Fulão, e têm como o objetivo dar cada vez mais aderência e consistência ao feltro.



Tinturaria

- Realiza-se mais uma das operações de diferenciação dos feltros, neste caso através da cor.



Rematação

- Os feltros são rematados, isto é, são sujeitos a uma última operação de feltragem, ao mesmo tempo que o pelo é alisado e colocado com a medida final pretendida para enformar.



Enformação

- É atribuída a forma final (copa e aba ou sino) aos feltros, conforme as especificações dos clientes.



Acabamento

- Depois de secos numa estufa, os feltros estão prontos as serem afinados (cortar o pelo grosso, ficando assim com uma superfície mais lisa e macia) ou sujeitos a acabamentos especiais, como aveludados, camurças, *dralon* e melusines.



Inspeção e Goma final

- Realizam-se as operações de inspeção, seguida de goma final e de inspeção final;
- Durante a inspeção os feltros são sujeitos a um controlo de qualidade enquanto que a goma garante dureza aos feltros.



Expedição

- Por fim os feltros são embalados e expedidos para os quatro cantos do mundo de barco, avião ou através de transportadoras terrestres.

No tipo de mistura anterior, pode coexistir alguma quantidade de lã. Contudo os feltros constituídos na sua totalidade por esta matéria-prima são sujeitos a um conjunto de diferentes operações intercalares às operações de receção e armazenamento e a rematação. Este conjunto de operações é descrito seguidamente.

Feltros de Lã



Carbonização

- A lã é colocada num tanque preenchido por um banho bastante ácido por forma a queimar as palhas existentes.



Cardagem

- São realizadas as operações de mistura e de cardagem, conseguindo-se assim uma teia limpa e homogênea que é sobreposta em cones por forma a dar a espessura necessária para a feltragem.



Coja

- Realiza-se o processo de coja, que consiste no primeiro processo de feltragem dos feltros de lã, através da compressão numa mesa de uma máquina aquecida a vapor (coja).

É importante referir que, a simplicidade dos processos acima referidos é agravada pela natureza da matéria-prima e pelas condições em que esta é trabalhada. As propriedades do pelo e da lã, ditam a capacidade de feltragem, cor resultante do tingimento e até podem ter impacto nas operações de enformação e de acabamento. Estas propriedades variam não só com a espécie animal mas também com a origem, *habitat* e com a época do ano em que o pelo e a lã são extraídos da pele dos animais. De forma a ultrapassar este obstáculo, antes de entrarem no processo produtivo, os lotes de matéria-prima recebidos são sujeitos a testes, por forma a verificar a sua qualidade. Estes testes, não são mais do que pequenas ordens de produção, que irão simular o comportamento das misturas.

Um outro aspeto prende-se com a temperatura e a humidade do ar em que os feltros são trabalhados. Estes parâmetros de trabalho têm elevado impacto na produção nos setores da suflagem e da arcagem, havendo para isso uma necessidade do seu controlo.

3.5 A SECÇÃO REMATAÇÃO-ENFORMAÇÃO

Como já referido, o projeto desenvolvido focou-se em duas secções, secção da rematação e secção da enformação. Por partilharem o mesmo espaço e por não haver algo que as limite, muitas vezes são consideradas como uma única secção, secção rematação-enformação (figura 13). Esta consideração será usada ao longo do trabalho para se referir ao espaço onde o projeto se focou. A secção da rematação-enformação, é responsável pela última etapa do processo de feltragem e por algumas das etapas de diferenciação dos feltros, no que respeita à dureza, forma e tamanho



Figura 13: Secção Rematação-Enformação.

Em seguida será descrito, com mais pormenor, cada uma das operações realizadas na secção, assim como o equipamento utilizado, considerando um fluxo normal, isto é, um fluxo que compreende a totalidade de operações realizadas na secção, numa sequência normal ou mais geral.

Para uma melhor compreensão da situação apresenta-se, na figura 14, o *layout* atual da secção rematação-enformação.

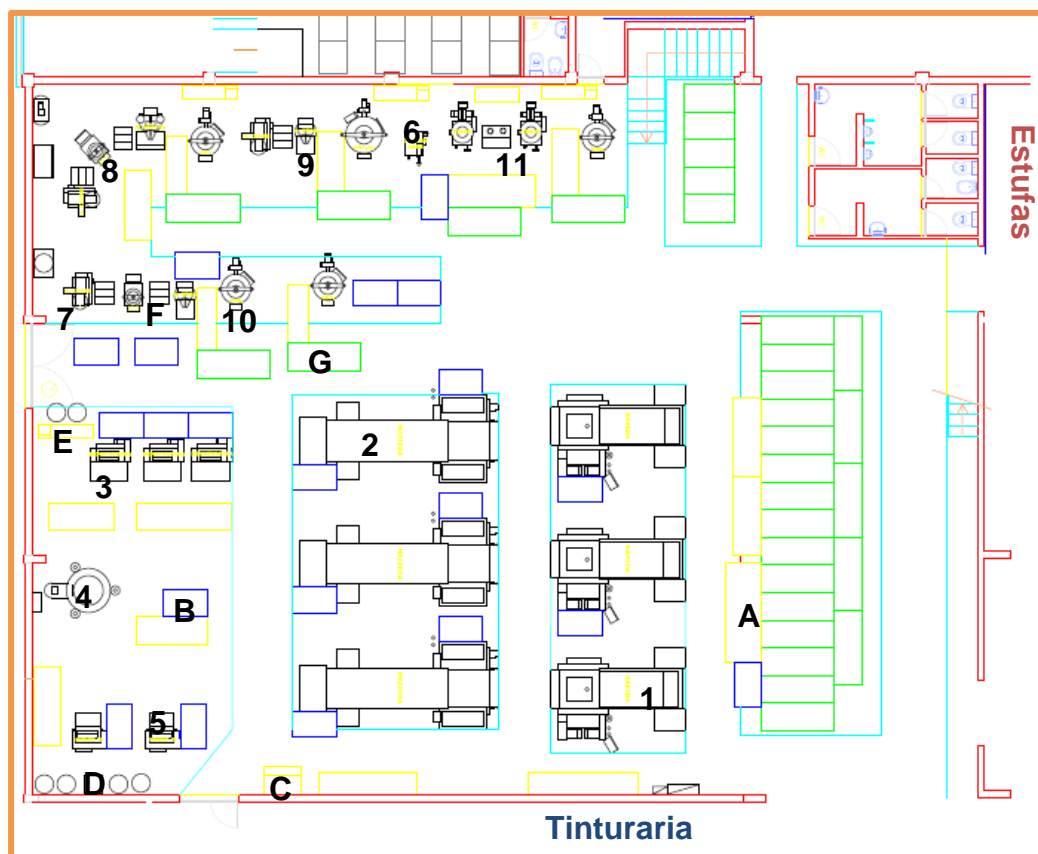


Figura 14: Layout atual da secção rematação-enformação (com legenda de equipamentos nas figuras seguintes).

Operação Rematação



Rápidas

1

- Destinam-se à rematação de feltros de lã (Rápidas 3 e 4) e à rematação de feltros de pelo de cor preta (Rápida 5).



Mezzeras

2

- Destinam-se à rematação de feltros de pelo de todas as cores exceto preto (Mezzeras 3, 4 e 5).



Rematadeiras

3

- Destinam-se à rematação de feltros de lã e pelo com pouca gramagem e de qualidades superiores (Rematadeiras 1, 2 e 3).

➔ Nestas máquinas os feltros são rematados, isto é, sofrem um último processo de feltragem e alisamento do pelo ou lã, que sofreu desgaste mecânico e químico durante a operação de tingimento, garantindo a medida dos feltros indicada na OF.



Centrifugadora

4

- Destina-se à centrifugação das OF's provenientes da rematação com destino à operação de goma em curso e das operações de abertura de copas e abas com destino às máquinas de enformar copa e aba e sinos.

Operação de Goma em Curso



Máquinas de gomar

5

- Destinam-se à operação de goma em curso de feltros de todas as cores exceto preto (máquina goma 1) e de feltros de cor preta (máquina goma 2).

➔ Nestas máquinas os feltros são gomados, isto é, são imersos numa solução aquosa resinosa que irá conferir uma determinada dureza conforme a indicação na OF.



Máquina de cortar aba

6

- Destina-se à operação de corte da aba dos feltros, que tem como o objetivo facilitar o processo de enformação.

Operações de Abertura de Copas e Aba



Máquinas de abrir copas (puxar)

7

- Destinam-se à operação de abertura de copas.
- Existem 3 máquinas idênticas distribuídas pelas 3 células de fabrico (preto, branco e normal).



Máquinas de abrir abas de 10 cones

8

- Destinam-se à primeira fase da operação de abertura de copas.
- Existem 2 máquinas idênticas distribuídas pelas células de fabrico de preto e de branco.



Máquinas de abrir abas de 4 cones (arrear)

9

- Destinam-se à segunda fase da operação de abertura de copas.
- Existem 3 máquinas idênticas distribuídas pelas 3 células de fabrico (preto, branco e normal).

➔ Estes 3 tipos de máquinas constituem, juntamente com as máquinas de enformar, células de fabrico (preto, branco e normal), com exceção de célula normal que não possui a máquina de abrir abas de 10 cones os feltros. Nestas máquinas os feltros são sujeitos a um trabalho mecânico a fim de alargar a parte superior copa e a vincar a parte inferior dando origem à aba com um tamanho especificado na OF.

Operação Enformação



Máquinas de enformar copa e aba

10

- Destinam-se à operação de enformação em copa e aba.
- As 5 máquinas estão distribuídas pelas 3 células de fabrico e as restantes 2 estão orientadas para a enformação de feltros de grandes dimensões e para a operação de reenformamento.

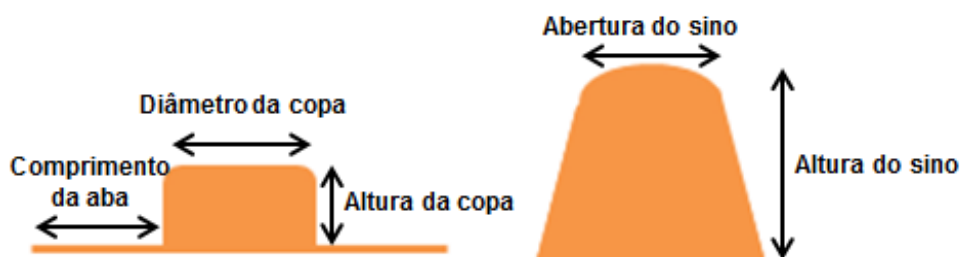


Máquinas de enformar sinos

11

- Destinam-se à operação de enformação em sino.
- Existem duas máquinas no mesmo posto de trabalho para o mesmo operador.
- Existem 5 diferentes formatos de sinos.

➔ Estas máquinas são responsáveis pela forma final dos feltros. Os 2 tipos de máquinas distinguem-se pelo tipo de forma resultante, que pode ser em copa e aba ou em forma de sino. Para cada uma destas formas, existem vários tamanhos, dados pelo comprimento da aba (regulada pelos operadores) e diâmetro e altura da copa (dada pelas diferentes formas existentes), ou tamanho da abertura do sino (dado por diferentes sinos existentes) e da altura do mesmo (regulada pelo operador) no caso dos sinos.



Legenda: Feltro enformado em copa e aba (à esquerda) e em sino (à direita).



Mesas fixas

A

- Destinam-se ao suporte das OF que aguardam ser trabalhadas na máquina adjacente.



Carros 1200x700mm

B

- Destinam-se ao transporte e suporte das OF durante o trabalho em toda a secção.



Bidões de ácido diluído

C

- Estrutura que contém 2 bidões de ácido diluído (ácido fórmico a 2% e ácido sulfúrico a 7%) com torneiras para tarefa de doseamento manual efetuado na secção.



Local de preparação da goma

D

- Local utilizado pelos operadores para procederem à preparação da goma, isto é, à diluição da goma em água até obter a densidade pretendida.
- Existem neste local 4 bidões, 2 para armazenamento da goma preparada e os outros 2 para armazenamento da goma usada.



Estantes da enformação

E

- Constituem um local de armazenamento das formas e aros necessários à operação de enformação.
- Têm capacidade para 50 formas de 25 tamanhos de acordo com a altura e diâmetro e para 17 aros de diâmetro correspondente às formas.



Maceiros da enformação

F

- Associados a cada máquina de abrir copas e a cada par de máquinas de abrir abas, estes maceiros são utilizados para molhar os feltros, amolecendo-os por forma a facilitar o trabalho.
- Têm capacidade para 77 litros e possuem duas redes onde são colocados os feltros.



Carros enformação 2000x750mm

G

- Destinam-se ao transporte e suporte (prateleiras de arames) dos feltros enformados para a seca numa das estufas.
- Existem 3 tipos de carros, com 2000x750mm, 9 prateleiras e capacidade média para 90 feltros de copa e aba, com 2000x750mm, 5 prateleiras e capacidade média para 60 feltros em forma de sinos e com 1400x750mm, 11 prateleiras e capacidade média par 74 feltros de copa e aba.

As OF podem percorrer diferentes combinações de fluxos entre as várias operações realizadas nas máquinas acima identificadas. Estes diferentes fluxos estão presentes no fluxograma que se encontra em anexo (anexo A). Neste fluxograma, podemos observar as decisões suportam a escolha de uma determinada operação em detrimento de outra, informação esta, fornecida pelas OF que não são mais do que a junção dos requisitos dos clientes.

3.6 SITUAÇÃO DESENCADEADORA DO PROJETO

O capital humano presente nesta secção representa um grande valor para a empresa, isto porque, as operações ali realizadas são de carater mais técnico e exigem por isso mais conhecimento e experiência para não colocarem em causa tanto a eficiência da secção como a qualidade dos produtos resultantes. A maior parte desse trabalho é realizado por operadores experientes e conscientes das dificuldades, o que lhes permite com alguma facilidade contornar os problemas do dia-a-dia. Essa aparente vantagem apresenta um lado negativo, na medida em que permite a criação de atalhos e técnicas exclusivas de cada operador, levando à diferenciação do trabalho, relativo à mesma operação, e à realização de procedimentos que não acrescentam valor para o produto. Este problema resulta da ausência das instruções de trabalho junto da maioria dos postos de trabalho. Este problema é agravado com o facto de, na grande maioria dos casos, estas instruções se encontrarem desatualizadas. Em situação semelhante encontram-se as instruções de limpeza e as tabelas com os parâmetros de trabalho. Nas últimas, verificou-se também a existência de erros na quantificação dos parâmetros e na sua interpretação. A revisão, padronização e disponibilização das instruções de trabalho são importantes também no sentido de auxiliar a entrada de novo capital humano, através da formação inicial e no apoio à autonomia.

Além de abrir as portas à não padronização e à realização de trabalho que não acrescenta valor, esta ausência de instruções faz com que operadores menos experientes tenham que estar constantemente a tirar dúvidas com os seus colegas (confiando nestes) ou ao responsável pela secção, perdendo tempo e podendo colocar em causa a qualidade dos produtos. Estas mesmas consequências são agravadas pela ausência ou desatualização e má interpretação das tabelas com os parâmetros de trabalho, afixadas junto a cada posto de trabalho, devido à constante mudança dos parâmetros de trabalho como por exemplo o ácido, pH, temperatura ou a pressão.

- Em suma verificou-se:
 - Ausência de instruções de trabalho e de limpeza, junto à maioria dos postos de trabalho;
 - Instruções de trabalho e de limpeza desatualizadas;
 - Inexistência de tabelas com os parâmetros de trabalho afixadas junto à maioria dos postos de trabalho;
 - Tabelas dos parâmetros de trabalho com erros associados à quantidade dos parâmetros e à interpretação das mesmas.

- Inexistência de tabelas com parâmetros quantificados e de instruções de trabalho associados a alguns postos de trabalho.

O elevado número de fluxos resultantes das ligações entre os vários tipos de operações e das inúmeras combinações possíveis, juntamente com a elevada densidade de maquinaria de pequena e grande dimensão num espaço de reduzidas dimensões, fazem do espaço que abrange a secção o mais movimentado, desordenado e apertado existente na empresa. Este facto dificulta a sua gestão, das pessoas e dos produtos, e coloca também em causa a eficiência e a segurança dos operadores.

Outra característica do espaço, que atualmente tem repercussões na sua eficiência, consiste na disposição dos equipamentos, isto é, no *layout*. Na parte ocupada pela Rematação, o *layout* atual apresenta uma configuração por processo, isto é, os equipamentos estão agrupados de acordo com a sua funcionalidade, em máquinas de rematar (agrupadas por sua vez, por tipo de máquina) e em máquinas de gomar. Na zona que compreende a Enformação, o *layout* atual está organizado maioritariamente por células de fabrico, isto é, os equipamentos formam grupos, em que cada um está dedicado ao fabrico de um tipo de família de produtos com características similares, que no caso específico se trata da cor dos feltros.

Com este tipo de *layout*, a secção consegue rapidamente e mais facilmente responder às variações do tipo de produtos e diferentes sequências que destes podem advir, apresentando uma elevada flexibilidade e taxa de utilização dos equipamentos e da mão-de-obra. Contudo a atual disposição dos equipamentos conduz a desperdícios, no que diz respeito ao número e à extensão dos fluxos e dificulta o controlo e o planeamento da produção, levando a acumulação de OF em curso de fabrico. Um contributo para a elevada dimensão de alguns fluxos consiste no não encadeamento das operações, levando as OF's a percorrer caminhos inversos ao sentido da próxima operação. Este problema é sustentado pelo exemplo mais visível relacionado com a localização da centrífugadora, visível pelos fluxos no *layout* atual, que se encontram em anexo (anexo B), de e para a centrífugadora em operações relacionadas com a enformação.

- Em suma verificou-se:
 - Elevada extensão dos fluxos;
 - Ineficiente disposição dos equipamentos;
 - Elevada sobreposição de fluxos em corredores estreitos e muitas vezes obstruídos.

A disposição do equipamento e do material de trabalho no atual *layout* refletem-se negativamente no tempo associado ao início de uma nova ordem de fabrico, isto é, ao

tempo de *setup* associado a cada operação. São exemplo o tempo de obtenção de um carro para estender os feltros enformados, o tempo associado ao início e fim de uma OF num terminal de recolha de dados (TRD) e o tempo para obtenção dos aros e formas.

- Em suma verificou-se:
 - Elevados tempos de *setup*;
 - Métodos de troca e obtenção de ferramentas pouco eficientes e eficazes.Por último verificou-se que a secção apresentava falta de organização, limpeza e manutenção de certos equipamentos.
- Em suma verificou-se:
 - Equipamentos não delimitados e identificados;
 - Equipamentos a necessitar de manutenção;
 - Material com utilidade duvidosa na secção.

3.7 OBJETIVOS

Na sequência da situação anteriormente descrita, foi definido o objetivo do presente trabalho, combinando a situação/problemas identificados inicialmente com a observação direta e compreensão da mesma, com o objetivo proposto pela empresa:

- Aumentar a eficiência da secção:
 - Padronizar o trabalho realizado na secção de trabalho;
 - Elaborar propostas para um novo *layout*;
 - Reduzir tempos de *setup*;
 - Implementar a ferramenta 5S.

Apesar de inicialmente o objetivo do projeto ter-se centrado na elaboração de um novo *layout* mais eficiente e intuitivo, rapidamente se alargou a outras iniciativas fortemente correlacionadas com a elaboração de um novo *layout*.

A padronização do trabalho é importante, por exemplo para se poder atribuir uma melhor localização do equipamento e para elaboração de restrições.

A redução de tempos de *setup* relaciona-se na medida em que a reformulação do *layout* vai reduzi-las, com a aproximação de equipamentos e ferramentas.

Finalmente, a implementação da ferramenta 5S vem complementar a reorganização da secção, por exemplo com a identificação de equipamentos.

Todos estes tópicos contribuem para o objetivo geral do projeto que consiste no aumento da eficiência da secção de rematação-enformação.

3.8 METODOLOGIA PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA SECÇÃO

Para atingir os objetivos acima enumerados, foi elaborada uma metodologia para cada um dos objetivos:

1. Padronizar o trabalho realizado na secção de trabalho:
 - 1.1. Revisão das instruções de trabalho e das instruções de limpeza da secção:
 - 1.1.1. Observar e compreender os procedimentos de trabalho e de limpeza;
 - 1.1.2. Comparar com as atuais instruções (caso existam) ou elaborar instruções com base no observado;
 - 1.1.3. Questionar e confrontar os operadores e encarregado geral sobre eventuais diferenças;
 - 1.1.4. Proceder à revisão das instruções;
 - 1.1.5. Validar as novas instruções de trabalho e de limpeza, junto de cada operador e com a presença do encarregado geral e engenheira responsável;
 - 1.1.6. Afixar as instruções junto ao posto de trabalho.
 - 1.2. Revisão e controlo dos parâmetros de trabalho:
 - 1.2.1. Observar e compreender a importância do cumprimento dos parâmetros de trabalho estabelecidos;
 - 1.2.2. Verificar se os mesmos estão a ser cumpridos;
 - 1.2.3. Proceder à revisão das quantidades dos componentes a utilizar em cada posto de trabalho;
 - 1.2.4. Validar as novas quantidades, junto de cada operador e com a presença do encarregado geral e engenheira responsável;
 - 1.2.5. Afixar as tabelas dos parâmetros de trabalho junto a cada posto de trabalho.
2. Elaborar propostas para um novo *layout*:
 - 2.1. Observar e compreender o processo produtivo e os diferentes fluxos da fábrica e em particular da secção;
 - 2.2. Registrar e analisar os diferentes fluxos da secção;
 - 2.3. Definir as restrições e critérios de escolha de um novo *layout*;
 - 2.4. Elaborar as propostas para o novo *layout* com base nesses critérios;
 - 2.5. Estudar as vantagens e desvantagens dos novos *layouts*;
 - 2.6. Discutir e seleccionar o novo *layout* com responsáveis pela secção e administração.
3. Reduzir os tempos de *setup*:

- 3.1. Observar e compreender os procedimentos de trabalho;
 - 3.2. Registrar, analisar e classificar as atividades de preparação de uma nova ordem de fabrico;
 - 3.3. Registrar os tempos associados a cada atividade;
 - 3.4. Elaborar propostas que visem facilitar o trabalho e diminuir os tempos de *setup*;
 - 3.5. Implementar e analisar cada uma das propostas em termos de viabilidade e poupanças.
4. Implementar a ferramenta 5S's:
 - 4.1. Realizar um levantamento na secção de tudo o que não é necessário para realização do trabalho assim como a existência de material não identificado e mal organizado.
 - 4.2. Desenvolver um plano de ações para os problemas identificados;
 - 4.3. Desenvolver um plano de ações;
 - 4.4. Proceder à realização de auditorias 5S's.

4. CASO PRÁTICO

Este capítulo subdivide-se em 4 subcapítulos referentes a cada um dos objetivos inicialmente traçados para este projeto, padronização do trabalho realizado na secção, elaboração de propostas para um novo *layout*, redução dos tempos *setup* e implementação da ferramenta 5S, contendo cada um destes, uma breve descrição e análise crítica do estado atual/inicial e as principais conclusões com elaboração de algumas propostas utilizando um conjunto de ferramentas estudadas e direcionadas para cada um dos problemas identificados. Para além destes tópicos, no final deste capítulo encontra-se um breve subcapítulo com as conclusões sobre o mesmo.

4.1 PADRONIZAÇÃO DO TRABALHO REALIZADO NA SECÇÃO

A padronização do trabalho é importante para se atingir o objetivo de aumentar a eficiência da secção, através da eliminação de desperdícios e melhorar a qualidade e a homogeneidade dos produtos resultantes, dada a natureza técnica do trabalho realizado na secção.

Instruções de Trabalho

Descrição do trabalho inicial realizado: A primeira etapa consistiu na observação direta e descrição do trabalho realizado em cada posto de trabalho, desde a primeira operação da Rematação até à última da Enformação, logo após, ter-se precedido a uma observação e compreensão mais superficial das operações a montante e jusante das secções, no sentido de contextualizar e compreender melhor o porquê de eventuais procedimentos.

Durante esta recolha e análise de informação, foram observados todos os binómios operador/máquina que realizavam a mesma operação. Posteriormente, cada processo descrito foi comparado com as instruções de trabalho existentes correspondentes.

Problema identificado:

- Algumas operações realizadas na secção sem instruções de trabalho associadas;
- Instruções de trabalho não disponíveis para consulta (não afixadas na secção);
- Instruções de trabalho não atualizadas (última atualização: março de 2009);
- Algumas instruções de trabalho apresentam lacunas, que com base na informação recolhida, podem suscitar alguma dúvida, quer pela falta de informação, quer pela não clarificação da mesma.

Descrição da resolução: Para determinar se as instruções eram compreendidas e para ajudar a detetar mais alguma lacuna ou erro, todas as instruções existentes foram

questionadas e confrontadas aos operadores e encarregado geral, em momentos diferentes, discutindo as diferenças entre o trabalho observado e as instruções existentes, avaliando assim a validade das últimas. Depois de esclarecidas, as instruções de trabalho foram sujeitas a uma revisão, que depois de validada pela engenheira responsável, na presença do encarregado geral e operadores, foram disponibilizadas e afixadas na secção.

No caso das operações que não possuíam instruções, o procedimento de revisão foi muito semelhante ao realizado para as operações com instruções existentes. A diferença consistiu apenas na discussão com os operadores e encarregado geral que foi realizada sobre apenas a informação recolhida, tendo a revisão sido feita sob o resultado desta discussão. Estas novas instruções são relativas às operações de corte de aba, de recolha e separação dos feltros secos e ainda do funcionamento das estufas.

A ideia inicial consistiria em afixar as instruções junto ao posto de trabalho correspondente, de forma a facilitar o acesso à informação em caso de dúvida, quer pela diminuição da distância percorrida com tempo associado, quer pela facilitação no processo de colocar em prática aquilo que está escrito e ilustrado. Ainda que não abandonada, esta ideia de fixação foi substituída, a título provisório, por uma fixação mais localizada e central. Os procedimentos foram assim agrupados segundo a secção pertencente, numa capa, tendo sido depois afixados num local o mais central possível dentro de cada secção (figura 15). A razão pela qual, as instruções não foram colocadas junto de cada posto de trabalho, deveu-se ao investimento que teria de ser realizado na conceção de estruturas de apoio e suporte das capas e fundamentalmente à redefinição do espaço com o novo *layout*.



Figura 15: Afixação dos manuais de procedimentos, na Rematação (à esquerda) e na Enformação (à direita).

Instruções de Limpeza


De forma muito semelhante foi realizada a revisão das instruções de limpeza. Estas foram anexadas com as instruções de trabalho correspondentes (figura 15).

Tabelas de Parâmetros de Trabalho

Descrição da funcionalidade: os parâmetros de trabalho reunidos em tabelas estão associados a cada posto de trabalho, diferindo de operação para operação conforme a especificidade da máquina/operação. Estas tabelas visam reunir essas informações e disponibiliza-la aos operadores facilitando o trabalho de preparação e monitorização dos respetivos parâmetros. Estes parâmetros podem ser:

- Temperatura.
 - Fixa para qualquer tipo de OF e variável para as diferentes operações/máquinas;
 - Relativamente elevada por forma a facilitar o trabalho (amolecendo os feltros) realizado nos vários postos de trabalho.
- Tipo de ácido (sulfúrico ou fórmico) e pH (2,5 ou 3,0).
 - Depende da qualidade (tipo de mistura), cor dos feltros a trabalhar ou ainda parte da especificação do cliente;
 - O pH facilita o processo de feltragem, auxilia a fixação dos corantes e permite que a goma (resinas aplicadas nas operações de goma em curso e goma final) cristalize.
- Pressão dos rolos das máquinas (Rematação – Rápidas e Mezzeras).
 - Depende da espessura (associada à gramagem) dos feltros.

Estas tabelas com os parâmetros, no caso das máquinas (*Mezzeras* e *Rápidas*), encontravam-se afixadas nos respectivos quadros de controlo (figura 16).

 FEPSA FABRIL DE PASTA DE SEDA	INSTRUÇÃO DE POSTO MEZZERA - REMATAÇÃO	Elaborado Aprovado
---	---	-----------------------

Parâmetros de Trabalho


		Ácido a Adicionar			Gramagem	Pressão Rolos
		Quantidade (ml)	Tipo	pH		
Standard		3 500	Solução Ácido Fórmico 2%	3,0	< 135	4
					135 - 160	3
					165 - 200	2
					> 200	2
Exceções	2X e Lá cor Pastel e Branq	400	Ácido Fórmico 85%	2,5	> 200 e de espessura elevada	1
	Feltros cliente Bollman, FX, 1X e Lá Cor normal	500	Solução Ácido Sulfúrico 7%			

Descrição da revisão: Emissão

Data: 11/04/13

Elaborado: Claudete Rematagem

PP 1007-02

 FEPSA FABRIL DE PASTA DE SEDA	INSTRUÇÃO DE POSTO RÁPIDA PELO - REMATAÇÃO	Elaborado Aprovado
---	---	-----------------------

Parâmetros de Trabalho

		Ácido a Adicionar			Gramagem	Pressão Rolos
		Quantidade (ml)	Tipo	pH		
Standard		1 500	Solução Ácido Fórmico 2%	3,1	≤ 130	3
					135 - 160	2,5
					> 160	2
Exceções	2X e BB	400	Ácido Fórmico 85%	2,5	Temperatura (°C)	
	Feltros cliente Bollman, FX, 1X	500	Solução Ácido Sulfúrico 7%		65 a 70	

Descrição da revisão: Emissão

Data: 10/04/2013

Elaborado: Claudete Rematagem

PP 1008-00

Figura 16: Tabelas com os parâmetros de trabalho relativos às operações de Rematação nas máquinas *Mezzeras* (à esquerda) e *Rápida 5* (à direita).

Problemas identificados:

- Tabelas não disponíveis junto aos postos de trabalho da Enformação (não afixados junto aos maceiros das células de fabrico).
 - Quantidade de ácido e temperatura transmitidos de operador para operador;
 - Tipo de ácido (fórmico ou sulfúrico) e pH (2,5 ou 3,0) específicos para trabalho de uma OF transmitidos verbalmente de operador para operador.
- Tabelas não disponíveis em alguns postos de trabalho da Rematação (não afixados junto às “Rematadeiras”).
 - Quantidade de ácido e temperatura transmitidos de operador para operador;
 - Tipo de ácido (fórmico ou sulfúrico) e pH (2,5 ou 3,0) específicos para trabalho de uma OF transmitidos verbalmente de operador para operador.
- Tabelas desatualizadas (última atualização datada de novembro de 2012).
- Tabelas existentes com lacunas, que podem suscitar alguma dúvida, quer pela falta de informação, quer pela não clarificação da mesma.
 - Algumas quantidades de ácido não estão quantificadas nas instruções de trabalho e respetivas tabelas (Enformação e “Rematadeiras” – Rematação);
 - A especificação da qualidade e cor, por exemplo, não era suficientemente clara para tomar uma correta decisão.
- Tabelas com alguns erros de quantificação que comprometem o cumprimento dos parâmetros de trabalho.
 - Algumas quantidades de ácido estavam erradas conduzindo a um pH mais reduzido do que aquele com o qual deveriam estar a trabalhar.
- Alguns parâmetros de trabalho desalinhados com um trabalho em conformidade.
 - A mesma qualidade de feltros era trabalhada sob condições de acidez e tipo de ácido diferentes consoante a máquina, quando seria a qualidade e não a máquina que deveria definir estes parâmetros;
 - Os intervalos de gramagem para definição da pressão dos rolos colocam em causa a homogeneidade da espessura dos feltros.

Descrição da resolução: Face a estes problemas foram efetuadas revisões ao conteúdo das tabelas. O resultado está presente nas seguintes tabelas 3, 4, 5 e 6, com as alterações identificadas a amarelo.

Tabela 3: Tabela dos parâmetros de trabalho das máquinas Mezzeras da Rematação revistas (revisões a amarelo).

Mezzeras 3, 4, 5		Ácido a Adicionar			Gramagem	Pressão dos Rolos
		Qt (ml)	Tipo	pH		
Standard		3500	Solução Ácido Fórmico 2%	3,00	<135	4
Exceções	FX, 1X, 10B a 50B e Lã - cores pastel e branqueado (série 9000); 2X e BB - todas as cores.	400	Ácido Fórmico 85%	2,50	135 – 160	3
					165 – 200	2
	FX, 1X, 10B a 50B e Lã - outras cores; Feltros cliente Bollman.	500	Solução Ácido Sulfúrico 7%		>200 EA/160 e EA/180	1
Temperatura (°C) – 65 a 70						

Tabela 4: Tabela dos parâmetros de trabalho da máquina Rápida da Rematação revistas (revisões a amarelo).

Rápida 5		Ácido a Adicionar			Gramagem	Pressão dos Rolos
		Qt (ml)	Tipo	pH		
Standard		1500	Solução Ácido Fórmico 2%	3,00	≤ 130	3
Exceções	2X e BB.	200	Ácido Fórmico 85%	2,50	135 – 160	2,5
					165 – 190	2
					195 – 220 EA/160 e EA/180	1,5
	FX, 1X, 10B a 50B; Feltros cliente Bollman.	250	Solução Ácido Sulfúrico 7%		225 – 250	1
					>255	0,5
Temperatura (°C) – 70 a 75						

Nestes dois casos, foi realizada a revisão das quantidades de ácido de ambas as máquinas, resultando na alteração e consequente poupança de 50% da quantidade de ácido utilizado em dois de três casos na Rápida 5. Para além disso, foi realizada uma alteração da temperatura nesta máquina, uma redefinição dos intervalos de gramagem e correspondente pressão dos rolos nas duas máquinas e uma clarificação da informação sobre a qualidade e cor dos feltros na identificação do tipo de ácido e pH.

Tabela 5: Tabela dos parâmetros de trabalho das máquinas “Rematadeiras” da Rematação revistas (revisões a amarelo).

Rematadeiras 1, 2, 3		Ácido a Adicionar		
		Qt (ml)	Tipo	pH
Standard		350	Solução Ácido Fórmico 2%	3,00
Exceções	FX, 1X, 10B a 50B e Lã - cores pastel e branqueado (série 9000); 2X e BB - todas as cores.	40	Ácido Fórmico 85%	2,50
	FX, 1X, 10B a 50B e Lã - outras cores; Feltros cliente Bollman.	50	Solução Ácido Sulfúrico 7%	
Temperatura (°C) – 85 a 90				

Neste caso, foi clarificada a informação sobre a qualidade e cor dos feltros na identificação do tipo de ácido e pH e foi determinada a quantidade de ácido a utilizar em duas de três situações, que inicialmente não estavam quantificadas e documentadas. Desta forma alcançaram-se reduções/poupanças que chegaram aos 75% face à quantidade utilizados pelos operadores.

Tabela 6: Tabela dos parâmetros de trabalho das células de fabrico de Enformação revistas (revisões a amarelo).

Maceiros Enformação		Ácido a Adicionar		pH
		Tipo		
Standard e Branqueado		Solução Ácido Fórmico (Torneira azul claro).		3,00
Exceções	Cor 0.007 cliente ISESA	80 ml	Solução Ácido Sulfúrico 7%	
	Tipo de acabamento Melusines	50g	Ácido Cítrico	
	Obra Cowboy (>200g) gomada em curso; Qualidades inferiores a 3X (1X, 2X, FX, 10B a 50B, BB).	Solução Ácido Fórmico (Torneira azul escuro).		2,50
	Lã e feltros cliente Bollman.	150 ml	Solução Ácido Sulfúrico 7%	
Temperatura (°C) – 75 a 80 Células de Branco e Normal; 90 a 95 Célula de Preto				

Neste caso, foi clarificada a informação sobre a qualidade dos feltros na identificação do tipo de ácido e pH e foi determinada a quantidade de ácido a utilizar em duas de cinco situações, que inicialmente não estavam quantificadas e documentadas. Desta forma alcançaram-se reduções/poupanças que chegaram aos 80% face à quantidade utilizados pelos operadores.

Estas modificações foram revistas e validadas com a presença da engenheira responsável, do encarregado geral e dos operadores afetos, depois de confirmados os benefícios e a validades das alterações. Por fim, as tabelas foram substituídas e ou simplesmente afixadas pela primeira vez, junto a cada posto, em que o trabalho realizado envolvam os mesmos parâmetros.

Operação de Corte de Aba

Por último, no que se refere à operação de corte de aba, foi reunida toda a informação acerca do tipo de feltros sujeitos a esta operação, que estava “na mão” apenas de alguns responsáveis pela secção. Reunida esta informação, foi inserida numa tabela organizada por tipo de obra (qualidade e gramagem dos feltros e ainda requisitos dos clientes) e com as exceções (tabela 7). Depois de validada esta tabela foi afixada junto à máquina de cortar aba.

Tabela 7: Tabela com os critérios de realização da operação de corte de aba.

Cortar Aba		Critério
Cientes	ISESA	Feltros s/tinto, em cone $\geq 170g$
	HILLS	Feltros de cor 0003
	NOBILIS	Feltros de cor preta $\geq 150g$
Toda a Obra		Cowboy (1X, PF, FX, 5B, 10B, 50B) $\geq 120g$
		> 10X Cowboy ($\geq 225g$) de cor
		$\geq 10X$ Cowboy ($\geq 225g$) cor preta
		$\geq 50X$ (100X, 80X, 50X, BM) $\geq 150g$
Exceção		<u>Não cortar</u> aba dos feltros para o cliente TOWA!

Controlo Periódico dos Parâmetros de Trabalho

Com os parâmetros atualizados e padronizados, foi estabelecido um plano de controlo, com uma periodicidade de três vezes por semana. O controlo é realizado sobre os parâmetros de temperatura e pH e de pressão dos rolos das máquinas da rematação e sobre a temperatura e pH da solução utilizada nos maceiros da enformação. Para o controlo é retirada uma amostra da solução para medição do valor de pH, utilizando um medidor de pH, ao mesmo tempo que se verifica a temperatura no manómetro da

temperatura. Ao mesmo tempo que é retirada a amostra da solução a analisar, é verificada no caso das máquinas da rematação o valor de pressão. Os valores obtidos são preenchidos em folhas, semelhantes às que se encontram em anexo (anexo H), juntamente com a qualidade, cor e gramagem dos feltros que estavam a ser trabalhados no momento da amostragem, para posteriormente serem comparados com os valores teóricos e assim verificar um eventual desvio superior ao intervalo de segurança estabelecido pelo departamento da qualidade. Um desvio superior ao permitido, poderá ser fruto de uma incorreta medição quer na diluição prévia do ácido na preparação da solução presente nos bidões, quer pelo erro na medição da quantidade a diluir no depósito da máquina ou maceiro. Conjuntamente com estas duas possibilidades existe a possibilidade de o pH da água da solução variar. Este controlo semanal prevê precaver estas situações, de forma atuar sobre as mesmas o mais rapidamente possível, evitando assim males maiores.

4.2 ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS PARA UM NOVO *LAYOUT*

De forma semelhante ao ponto anterior, o procedimento inicial na elaboração de propostas para um novo *layout*, consistiu na observação e compreensão do processo produtivo, com o consequente registo e análise de todos os fluxos externos e internos à secção em estudo.

Desta análise, resultou um fluxograma que se encontra em anexo (anexo A), e apresenta o conjunto de todos os fluxos possíveis dentro da secção, assim como as decisões que suportam a escolha de um fluxo em alternativa a outro. Estas decisões resultam de características que certos equipamentos possuem ou simplesmente da mera estipulação pelas chefias para que os mesmos executem determinadas OF, consoante as características dos feltros, conduzindo à especialização dos equipamentos e consequente proliferação de fluxos.

A representação do *layout* atual está presente na figura 17.

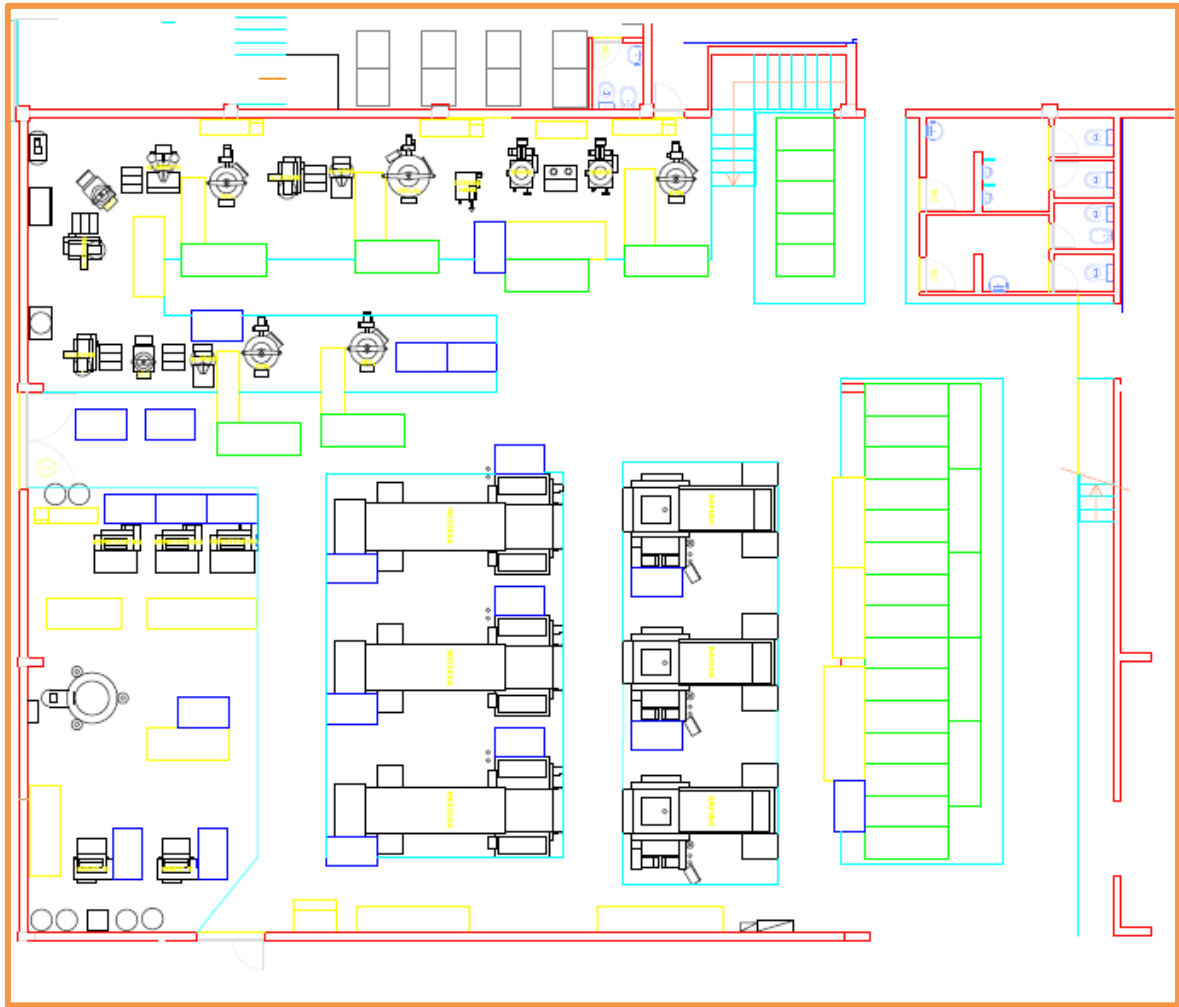


Figura 17: *Layout atual.*

Conduzida pelo elevado número de fluxos e pela sobreposição destes em corredores estreitos e muitas vezes obstruídos, a elaboração das propostas para um novo *layout*, procurou responder à necessidade de uma circulação eficiente e em segurança dentro da secção.

Seguidamente será apresentado o objetivo principal, os pressupostos e as restrições para elaboração das propostas para um novo *layout*.

Objetivo: Aumentar a eficiência da secção através da redução do somatório da extensão dos fluxos.

Pressupostos:

- Consideração de todas as máquinas da Rematação na elaboração das propostas, com exceção de uma “Rematadeira” que se encontra inoperacional;
- Consideração de todas as máquinas da Enformação na elaboração das propostas;
- Inserção de uma nova máquina de abrir abas de 10 cones na célula em falta (célula normal);

- Separação das máquinas de enformar copa e aba das respectivas células de fabrico;
- Possibilidade de conceção de um novo acesso da Tinturaria para a Rematação;
- Possibilidade de movimentar e localizar qualquer equipamento no espaço que compreende a secção;
- Possibilidade de introdução de mais uma centrifugadora na secção.

Restrições:

- A figura 18 resume o fluxograma do processo produtivo, indicando as operações que poderão serão realizadas após a respetiva operação em causa. Com esta figura podemos estabelecer uma relação de proximidade entre as máquinas responsáveis pela realização dessas mesmas operações.

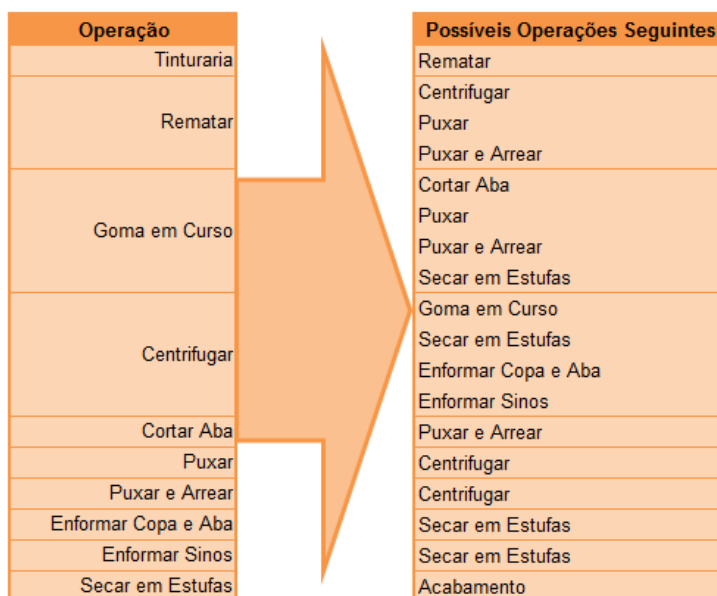


Figura 18: Tabela relacional com as possíveis sucessões das operações.


















- As células de fabrico de branco e de preto deverão apresentar uma distância de segurança tal que permita o trabalho em conformidade.
- As máquinas de enformar de branco e de preto deverão apresentar uma distância de segurança tal que permita o trabalho em conformidade.
- A máquina de reenformar deverá apresentar uma localização próxima do acesso à goma final e da secção da Tinturaria de onde proveem os feltros para de novo serem enformados.

As propostas de novo *layout* para a secção foram desenvolvidas com recurso a uma ferramenta CAD (*Computer Aided Design*). Esta ferramenta consiste num sistema computacional (*software*) utilizado em diferentes áreas como a engenharia, geologia,

geografia, arquitetura e *design* para facilitar o projeto e desenho técnicos, como o desenho de *layouts*.

Inicialmente foram desenvolvidas várias propostas, que posteriormente foram sujeitas a uma análise em termos de viabilidade e diferenças significativas, resultando em cinco propostas finais de novos *layouts* que se encontram em anexo (anexos C, D, E, F, G). Tendo em conta o objetivo principal na elaboração das propostas para um novo *layout*, foram calculadas as dimensões de todos os fluxos considerados em cada *layout*, por forma a comparar as diferentes propostas entre si e calcular a poupança relativa ao *layout* atual (tabela 8).

Tabela 8: Extensão dos fluxos, somatório e poupança relativa ao *layout* atual.

Legenda dos Fluxos			Layouts					
			Atual	Versão 1	Versão 2	Versão 3	Versão 4	Versão 5
Côr	Origem	Destino	Distância Aproximada (m)					
	Tinturaria	Rematação	21,82	8,28	8,28	8,28	8,28	15,98
	Rematação	Centrifugadora	10,97	12,72	13,07	13,65	15,75	14,70
	Centrifugadora	Goma em Curso	3,85	3,38	3,38	8,63	7,93	4,90
	Goma em Curso	Puxar e Arrear	25,43	13,18	13,88	7,58	7,23	8,98
	Goma em Curso	Cortar Aba	23,57	7,58	8,63	7,82	7,82	11,78
	Cortar Aba	Puxar e Arrear	12,25	7,93	7,93	6,07	5,72	7,58
	Máq. Abrir Copas	Centrifugadora	22,4	5,60	10,62	4,90	5,72	8,63
	Estufas	Puxar e Arrear	23,57	22,52	22,52	24,97	25,32	22,98
	Máq. Arrear	Centrifugadora	20,65	3,27	8,63	3,62	3,62	6,42
	Máqs. Enformar	Estufas	17,03	17,85	17,85	20,30	17,85	17,85
	Centrifugadora	Máqs. Enformar	18,67	5,95	15,17	7,82	7,35	6,77
	Goma em Curso	Estufas	31,73	28,00	29,87	29,05	29,05	27,07
	Estufas	Máq. Cortar Aba	16,57	22,63	22,63	24,85	24,85	17,15
	Goma Final	Máq. Reenformar	12,83	15,75	15,75	13,77	15,75	15,75
	Centrifugadora	Máq. Sinos	19,83	10,62	19,13	8,05	14,58	14,00
	Rematação	Puxar e Arrear	20,42	16,57	16,57	14,47	15,17	12,37
	Centrifugadora	Estufas	28,23	20,18	26,48	22,52	24,15	23,57
Total (m)			329,81	222,01	260,40	226,34	236,13	236,49
Poupança (%)				32,69	21,05	31,37	28,40	28,30

Estas propostas de *layout* são descritas seguidamente, com a apresentação das principais diferenças em relação ao atual e com as respetivas vantagens e desvantagens.

4.2.1 PROPOSTA 1

Esta primeira proposta de *layout* apresenta várias modificações relativamente ao *layout* atual. Descrevem-se as diferenças mais significativas, assinaladas na figura 19 com os números correspondentes.

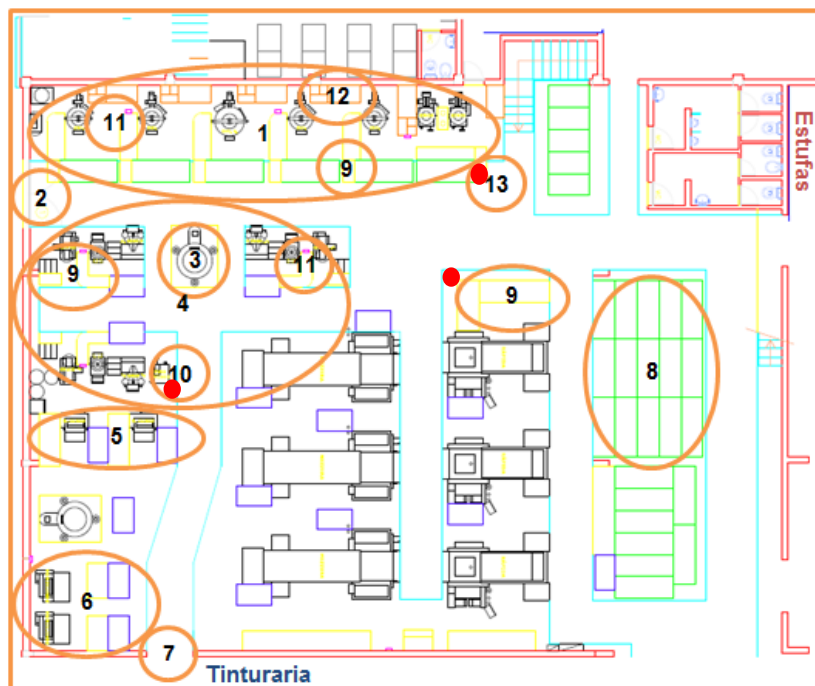


Figura 19: Proposta 1 para o novo *layout*, com as principais diferenças relativamente ao *layout* atual assinaladas.

1. **Agrupamento e nova disposição das máquinas de enformar (copa e aba, e sinos)** – A desvinculação destas máquinas das células de fabrico da enformação, advém do facto de a operação precedente não ser realizada nas mesmas células e de existirem máquinas de enformar (copa e aba) sem ligação a nenhuma célula de fabrico em específico. Quanto à localização, resulta do facto de as máquinas serem responsáveis pela última operação realizada na secção. A disposição permite uma ocupação do espaço e fluxos mais eficientes dos carros da enformação para o estacionamento/estufas.
2. **Deslocação da porta de emergência da secção** – O amplo e retilíneo corredor resultante da separação das máquinas de enformar das restantes máquinas para circulação dos carros, garante um melhor acesso à porta de emergência.
3. **Instalação de uma nova centrífugadora direcionada para a Enformação** – Por forma a reduzir os fluxos entre operações precedentes e sequentes à centrifugação, resultou na instalação de uma nova centrífugadora.
4. **Nova localização e disposição das células de fabrico da enformação** – A instalação de uma nova máquina de centrifugar resultou numa nova localização e disposição das três células de fabrico em torno da mesma máquina e próximas das máquinas de Enformar (operações sequentes) e das máquinas da Rematação (operações precedentes). É incorporada a máquina de abrir abas de 10 cones em

falta num das células de fabrico. Os maceiros associados às máquinas de abrir copas apresentam uma nova disposição resultante da observação do trabalho.

5. **Nova localização das máquinas da goma em curso** – Aproximação às máquinas da Enformação e às estufas (operações seguintes), sem prejuízo da proximidade das máquinas da Rematação e da centrifugadora direcionada às mesmas operações (operações precedentes).
6. **Nova localização das “Rematadeiras”** – Aproximação ao novo acesso da Tinturaria para a Rematação e vice-versa.
7. **Novo acesso de e para a secção da Tinturaria** – Novo acesso permite fluxos mais reduzidos e um consequente abastecimento mais eficiente das máquinas da Rematação.
8. **Nova disposição dos carros no estacionamento** – Nova disposição permite uma ocupação do espaço mais eficiente e um estacionamento mais fácil e eficaz.
9. **Novas mesas de apoio** (desenhadas a amarelo) – Novas mesas de apoio às operações da Enformação (mesas de apoio às máquinas de enformar para as próximas OF e mesas de apoio ao trabalho nas máquinas de abrir copas e das máquinas de abrir abas, projetadas segundo o trabalho observado) e da Rematação.
10. **Nova localização da máquina de cortar aba** – Nova localização mais próxima das operações precedentes e seguintes.
11. **Novos TRD’s na Enformação** (retângulo roxo) – Instalação de novos terminais de recolha de dados, junto a algumas mesas de apoio, de forma a facilitar o acesso e reduzir os fluxos na secção.
12. **Novas estantes para as formas e aros** (desenhados a laranja) – Conceção de novas estantes para as formas e aros e localização destas próximas de cada uma das máquinas de enformar.
13. **Criação de uma rota e postos de informação** (círculo vermelha), **direcionados às visitas no âmbito Turismo Industrial** – Introdução de uma rota para os turistas do programa de Turismo Industrial promovido pela Câmara Municipal de São João da Madeira. Esta pequena rota tem em conta os pontos-chave da secção, sem por em causa a segurança dos visitantes e o trabalho dos operadores da secção. A rota passará pelos três pontos de informação sobre as operações realizadas na secção.

4.2.2 PROPOSTA 2

Esta proposta apresenta uma configuração muito semelhante à anterior. A figura 20 apresenta a proposta 2 assim como as principais diferenças assinaláveis, a maioria destas iguais às encontradas na proposta anterior.

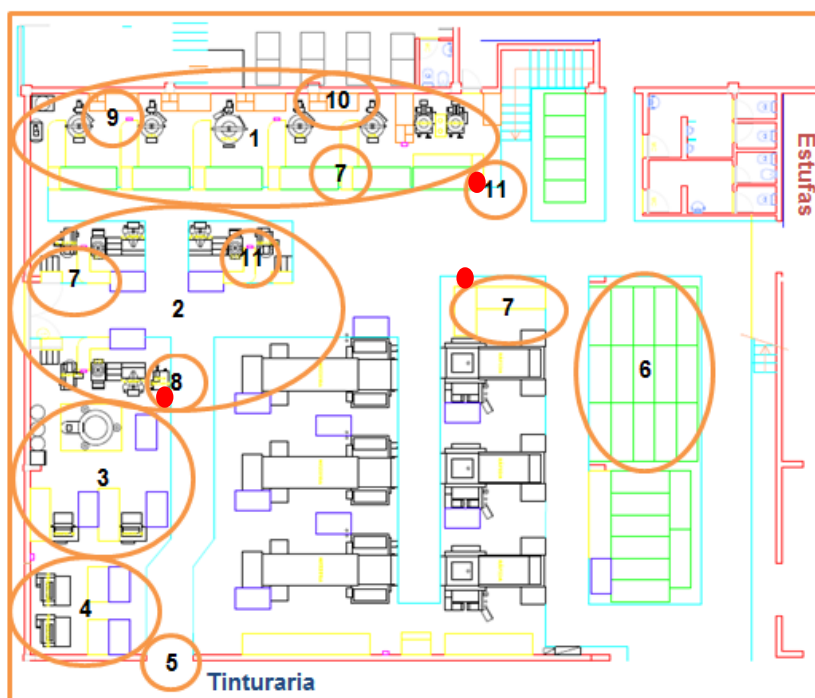


Figura 20: Proposta 2 para o novo *layout*, com as principais diferenças relativamente ao *layout* atual assinaladas.

1. **Agrupamento e nova disposição das máquinas de enformar (copa e aba, e sinos)** – Idêntica à proposta 1.
2. **Nova localização e disposição das células de fabrico da enformação** – Idêntica à proposta 1, contando apenas com uma pequena deslocação de uma das células, para a esquerda, ocupando o espaço deixado pela ausência da máquina de centrifugar sugerida na proposta anterior.
3. **Nova localização das máquinas da goma em curso e centrifugadora** – Aproximação da centrifugadora às células da Enformação, substituindo a posição ocupada pelas máquinas da goma em curso na proposta anterior. Estas últimas apresentam uma nova disposição relativamente à proposta anterior.
4. **Nova localização das “Rematadeiras”** – Idêntica à proposta 1.
5. **Novo acesso da e para a secção da Tinturaria** – Idêntica à proposta 1.
6. **Nova disposição dos carros no estacionamento** – Idêntica à proposta 1.
7. **Novas mesas de apoio** (desenhadas a amarelo) – Idêntica à proposta 1.

8. **Nova localização de máquina de cortar aba** – Idêntica à proposta 1.
9. **Novos TRD's na Enformação** (retângulo roxo) – Idêntica à proposta 1.
10. **Novas estantes para as formas e aros** (desenhados a laranja) – Idêntica à proposta 1.
11. **Criação de uma rota e postos de informação** (círculo vermelho), **direcionados às visitas no âmbito Turismo Industrial** – Idêntica à proposta 1.

4.2.3 PROPOSTA 3

A proposta 3, presente na figura 21, apresenta algumas diferenças assinaláveis relativamente às propostas anteriores. As principais diferenças relativas ao *layout* atual estão assinaladas na figura seguinte, assim como a descrição de cada uma destas.

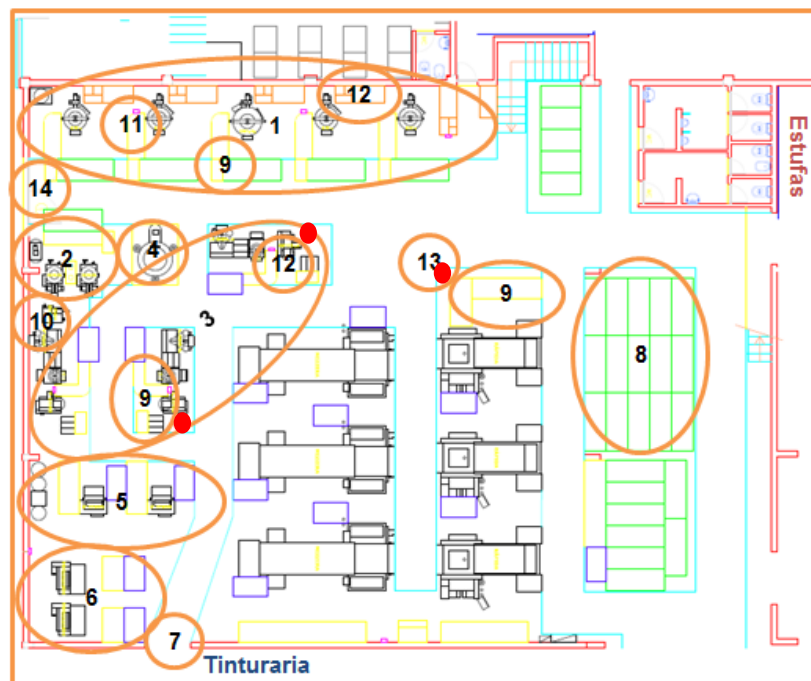


Figura 21: Proposta 3 para o novo *layout*, com as principais diferenças relativamente ao *layout* atual assinaladas.

1. **Agrupamento e nova disposição das máquinas de enformar copa e aba** – Localização das máquinas de enformar copa e aba (apenas) idêntica às propostas 1 e 2.
2. **Nova localização das máquinas de enformar sinos** – Aproximação das máquinas de enformar sinos às operações precedentes (abertura de copas numa das células de fabrico e centrifugação).
3. **Nova localização e disposição das células de fabrico da enformação** – Apresentam uma localização semelhante às propostas 1 e 2 apresentando

contudo pequenas alterações no posicionamento e disposição de duas das células devido à nova localização da centrifugadora e das máquinas de enformar sinos.

4. **Nova localização da centrifugadora** – Aproximação da centrifugadora às células de fabrico da Enformação.
5. **Nova localização das máquinas da goma em curso** – Idêntica à proposta 2.
6. **Nova localização das “Rematadeiras”** – Idêntica às propostas 1 e 2.
7. **Novo acesso da e para a secção da Tinturaria** – Idêntica às propostas 1 e 2.
8. **Nova disposição dos carros no estacionamento** – Idêntica às propostas 1 e 2.
9. **Novas mesas de apoio** (desenhadas a amarelo) – Idêntica às propostas 1 e 2.
10. **Nova localização de máquina de cortar aba** – A reorganização das células de fabrico levou a máquina de cortar aba a adotar esta nova posição, relativamente próxima das operações precedentes.
11. **Novos TRD’s na Enformação** (retângulo roxo) – Idêntica às propostas 1 e 2.
12. **Novas estantes para as formas e aros** (desenhados a laranja) – Idêntica às propostas 1 e 2.
13. **Criação de uma rota e postos de informação** (circulo vermelho), **direcionados às visitas no âmbito Turismo Industrial** – Idêntica às propostas anteriores com exceção de um dos postos de informação que ocupa uma nova posição no *layout* resultando numa diferente rota.
14. **Deslocação da porta de emergência da secção** – Idêntica à proposta 1.

4.2.4 PROPOSTA 4

A proposta 4, presente na figura 22, é muito semelhante à proposta anterior (proposta 3). As principais diferenças relativas ao *layout* atual estão assinaladas na figura seguinte, assim como a descrição de cada uma destas.

11. **Novas estantes para as formas e aros** (desenhados a laranja) – Idêntica às propostas 1, 2, 3.
12. **Criação de uma rota e postos de informação** (circulo vermelho), **direcionados às visitas no âmbito Turismo Industrial** – Idêntica às propostas anteriores com exceção de um dos postos de informação que ocupa uma nova posição no *layout* resultando numa diferente rota.
13. **Deslocação da porta de emergência da secção** – Idêntica às propostas 1 e 3.

4.2.5 PROPOSTA 5

Esta última proposta apresenta as maiores diferenças relativamente ao atual. Estas diferenças, descritas seguidamente, estão representadas na figura 23.

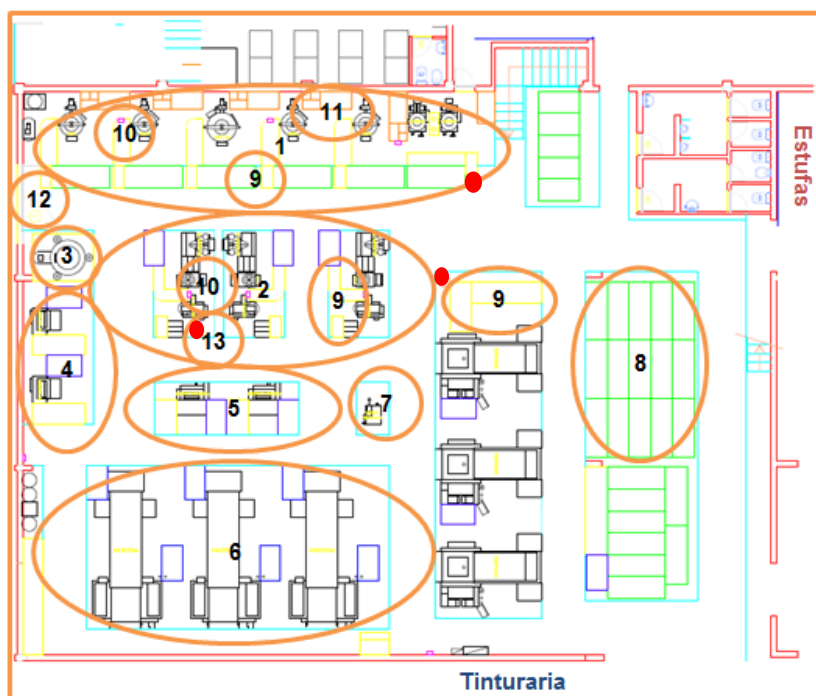


Figura 23: Proposta 5 para o novo *layout*, com as principais diferenças relativamente ao *layout* atual assinaladas.

1. **Agrupamento e nova disposição das máquinas de enformar copa e aba** – Idêntica às propostas 1, 2 e 4.
2. **Nova localização e disposição das células de fabrico da enformação** – Apresentam uma nova localização, mais central e próximas de todas as operações precedentes e sequentes. Além disso estão orientadas no sentido de ainda mais proximidade relativamente às referidas máquinas.
3. **Nova localização da centrífugadora** – Idêntica à proposta 4.

4. **Nova localização das máquinas da goma em curso** – Apresentam uma nova posição e orientação, forçada pelas novas posições das *Mezzeras* e das *Rematadeiras*, próxima da centrífugadora e das células de fabrico.
5. **Nova localização das “Rematadeiras”** – Apresentam uma nova posição, forçada pela nova posição das *Mezzeras*, próxima das operações seguintes.
6. **Nova localização e disposição das *Mezzeras*** – Apresentam uma nova posição na secção, numa tentativa de libertar espaço para criação de um fluxo contínuo e num único sentido ao longo da Rematação-Enformação.
7. **Nova localização de máquina de cortar aba** – A reorganização das células de fabrico e das máquinas da Rematação levou a máquina de cortar aba a adotar esta nova posição relativamente próxima das operações precedentes.
8. **Nova disposição dos carros no estacionamento** – Idêntica às propostas 1, 2, 3 e 4.
9. **Novas mesas de apoio** (desenhadas a amarelo) – Idêntica às propostas 1, 2, 3 e 4.
10. **Novos TRD's na Enformação** (retângulo roxo) – Idêntica às propostas 1, 2, 3 e 4.
11. **Novas estantes para as formas e aros** (desenhados a laranja) – Idêntica às propostas 1, 2, 3 e 4.
12. **Deslocação da porta de emergência da secção** – Idêntica às propostas 1, 3 e 4.
13. **Criação de uma rota e postos de informação** (círculo vermelho), **direcionados às visitas no âmbito Turismo Industrial** – Idêntica às propostas anteriores com exceção de um dos postos de informação que ocupa uma nova posição no *layout* resultando numa diferente rota.

Vantagens das propostas para um novo *layout*

- Redução da extensão da maioria dos fluxos e consequente aumento da eficiência na totalidade dos fluxos entre cerca de 21 a 33%;
- Circulação mais eficiente e segura, através de corredores mais amplos e da redução dos cruzamentos e sobreposição de fluxos;
- Fluxos mais eficientes de e para a Tinturaria, através de um novo acesso entre as duas secções;
- Fluxos mais eficientes de e para a centrífugadora, através de uma centralização ou duplicação da máquina (Proposta 1);

- Espaço para estacionamento dos carros da enformação mais organizado e eficiente;
- Acesso aos TRD's da Enformação mais eficiente devido à maior oferta e disposição dos terminais;
- Disponibilização das ferramentas (aros e formas) junto da todas as máquinas de enformar copa e aba.

Desvantagens das propostas para um novo *layout*

- Investimento na operacionalização da segunda máquina de centrifugar (Proposta 1);
- Investimento na deslocalização da saída de emergência (Propostas 1, 3, 4 e 5);
- Investimento no reposicionamento de tubagens de vapor, água e ligações elétricas necessárias ao funcionamento da maioria dos equipamentos;
- Investimento na abertura do novo acesso da tinturaria à rematação e oportunidade do espaço correspondente à abertura ser ocupado por outras máquinas (Propostas 1, 2, 3 e 4)
- Investimento em novos TRD's, novas estantes para formas e aros e em novas mesas de apoio.

4.3 REDUÇÃO DOS TEMPOS DE *SETUP*

Como já foi referido, este subtópico do projeto surgiu no seguimento da elaboração das propostas para um novo *layout*.

As redefinições do espaço, presentes nas diferentes propostas, afetarão o tempo necessário para a realização de determinadas atividades de preparação de uma nova ordem de fabrico (atividades de *setup*), pelo que se tornou necessária uma análise das referidas atividades. A perceção da importância e do impacto que traria na eficiência da secção levou a que esse requisito de proximidade de equipamentos, acedidos pelos operadores durante preparação de uma nova OF, fosse tido em consideração na elaboração das propostas acima apresentadas. A identificação de tais equipamentos fez parte de uma das etapas deste subtópico.

A primeira etapa, a que se refere, consistiu no registo e análise das atividades de preparação de uma nova OF, referentes aos diferentes tipos de operações realizados na secção. Depois de registar todos os passos dados pelos operadores e os converter numa atividade distinta com início e fim bem definidos, procedeu-se à classificação das mesmas atividades, em internas e externas, segundo o método SMED. A esta etapa

seguiu-se o registo dos tempos associados a cada atividade em cada máquina. As tabelas seguintes apresentam as atividades de *setup* referentes às operações de rematação (realizada em três diferentes máquinas) e goma em curso, assim como a classificação das mesmas em internas ou externas, segundo a metodologia SMED e o tempo associado a cada operação.

Tabela 9: Tabela com as atividades de *setup* relativas à operação de rematação nas máquinas Rápidas, Mezzeras e “Rematadeiras”, com a respetiva classificação, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.

Operação Rematação (Rápidas)					
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza Depósitos e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	
Classificação	Externa	Interna	Interna	Interna	Total
Tempo (seg.)	6	393	615	28	1042
%	0,57	37,72	59,02	2,69	100,00
Operação Rematação (Mezzeras)					
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza Depósitos e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	
Classificação	Externa	Interna	Interna	Interna	Total
Tempo (seg.)	6	561	772	31	1370
%	0,44	40,95	55,35	2,26	100,00
Operação Rematação (“Rematadeiras”)					
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	
Classificação	Externa	Interna	Interna	Interna	Total
Tempo (seg.)	12	454	132	23	621
%	1,93	73,11	21,26	3,70	100,00

Tabela 10: Tabela com as atividades de *setup* relativas à operação de goma em curso, com a respetiva classificação, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.

Operação Goma em Curso					
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação da Goma	Iniciação da OF no TRD	
Classificação	Externa	Interna	Externa	Interna	Total
Tempo (seg.)	5	473	280	13	771
%	0,65	61,35	36,32	1,68	100,00

Uma análise à tabela 9 permite concluir acerca do impacto das atividades no tempo total. Verifica-se então que a atividade de preparação do banho constitui a maior percentagem de tempo, acima dos 50%, na preparação de uma nova OF nas máquinas Rápidas e Mezzeras. Por sua vez, a atividade de limpeza do depósito e da máquina que constitui a segunda atividade com mais peso nas máquinas Mezzeras e Rápidas é a que contribui mais para o tempo total nas “Rematadeiras”. Com exceção da primeira atividade

de obtenção de uma nova OF e da última de iniciação da OF no TRD, as restantes atividades nem sempre são realizadas. A limpeza do depósito e da máquina, por exemplo, só é realizada quando a nova OF exige uma mudança de banho, por alteração da cor, enquanto a preparação do banho ocorre sempre que se verifica uma mudança de cor e/ou tipo de ácido/pH da solução.

De igual modo, analisando a tabela 10, conclui-se que as atividades de limpeza do maceiro e máquina e preparação da goma constituem quase a totalidade do tempo, apesar de não serem realizadas sempre que se inicia uma nova OF. A limpeza do maceiro e da máquina e a preparação da goma ocorrem sempre que se regista uma mudança de cor ou saturação da goma.

As tabelas 11 e 12 apresentam a mesma análise para as operações da enformação (abertura de copas, abertura de abas, enformar copa e aba e enformar sinos).

Tabela 11: Tabela com as atividades de *setup* relativas às operações de abertura de copas e abertura de abas respetivamente, com a respetiva classificação, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.

Operação Abertura de Copas						
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	Total	
Classificação	Externa	Interna	Interna	Interna		
Tempo (seg.)	47	163	823	20	1053	
%	4,46	15,48	78,16	1,90	100,00	

Operação Abertura de Abas						
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação do Banho	Ajuste das Máquinas	Retoma da OF no TRD	Total
Classificação	Externa	Interna	Interna	Interna	Interna	
Tempo (seg.)	6	163	823	16	21	1029
%	0,59	15,84	79,98	1,55	2,04	100,00

Tabela 12: Tabela com as atividades *setup* relativas às operações de enformação de copa e aba e enformação de sinos respetivamente, tempo médio despendido na realização e a percentagem no tempo total.

Operação Enformar Copa e Aba					
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza da Máquina	Obtenção e Substituição dos Aros e Formas	Ajuste das Garras	Total
Classificação	Externa	Interna	Interna	Interna	
Tempo (seg.)	28	84	67	338	
%	2,50	7,50	5,98	30,18	

Sequência das Atividades	Obtenção do Carro	Colocação Proteções Branqueados	Retoma da OF no TRD	Verificação do 1º Feltro	
Classificação	Interna	Interna	Interna	Interna	
Tempo (seg.)	64	360	19	160	1120
%	5,71	32,14	1,70	14,29	100,00
Operação Enformar Sinos					
Sequência das Atividades	Obtenção da OF	Limpeza da Máquina	Obtenção e Substituição dos Sinos	Ajuste da Altura dos Sinos	
Classificação	Externa	Interna	Interna	Interna	Total
Tempo (seg.)	15	90	73	48	
%	2,31	13,89	11,26	7,41	
Sequência das Atividades	Obtenção do Carro	Colocação Proteções Branqueados	Retoma da OF no TRD	Verificação do 1º Feltro	
Classificação	Interna	Interna	Interna	Interna	
Tempo (seg.)	64	200	20	138	648
%	9,88	30,86	3,09	21,30	100,00

Numa análise à tabela 11 conclui-se, à semelhança das atividades da rematação, que as atividades de limpeza do maceiros e da máquinas e de preparação dos banhos, associadas às operações de abertura de copas e de abas, constituem a maior percentagem de tempo relativo ao início de uma OF. Também de igual modo estas duas atividades são apenas realizadas quando se verifica uma alteração de cor e/ou tipo de ácido/pH da solução. No caso da atividade de ajuste das máquinas de abrir abas, esta é realizada sempre que se verifique uma mudança do tamanho dos feltros e da respetiva aba.

Da tabela 12 verifica-se que, relativamente à operação de enformar copa e aba, as atividades de ajuste das garras, colocação de proteções para branqueados e verificação do primeiro feltro contribuem com as maiores percentagens de tempo. Com a exceção da primeira e das duas últimas atividades, as restantes atividades não são sempre realizadas. A limpeza da máquina ocorre quando se verifica uma mudança de cor para clara, enquanto a colocação de proteções para feltros branqueados, acontece sempre que essa mudança de cor seja para branco. A realização das atividades de obtenção e substituição dos aros e formas e de ajuste das garras impõem-se sempre que se regista uma mudança dos requisitos da OF, como tamanho da copa na primeira atividade e tamanho da aba no caso da segunda. Por último, a atividade de obtenção de um carro é realizada quando o carro que operador dispõe estiver cheio no início de uma nova OF.

Relativamente à operação de enformar sinos, as atividades que contribuem com maior percentagem no tempo total são a limpeza da máquina, obtenção e substituição

dos sinos, colocação das proteções para os feltros branqueados e verificação do primeiro feltro. A limpeza da máquina ocorre quando se verifica uma mudança de cor para clara, enquanto a colocação de proteções para feltros branqueados acontece sempre que essa mudança de cor seja para branco. A realização das atividades de obtenção e substituição dos sinos e de ajuste da altura dos sinos impõem-se sempre que se regista uma mudança dos requisitos da OF, como tipo e o tamanho do sino respetivamente. A obtenção do carro impõe-se quando o carro que operador dispõe estiver cheio no início de uma nova OF.

Antes de apresentar as propostas para redução dos tempos de *setup* relativos às operações acima abordadas, é necessário analisar a classificação das atividades. A grande maioria das atividades de *setup* identificadas foram classificadas como atividades internas, isto é, só podem ser realizadas quando a máquina não se encontra em funcionamento.

No caso da atividade, relativa a todas as operações da rematação e da enformação, “Obtenção da OF”, apesar de ter sido classificada como externa, é por vezes realizada pelo próprio operador quando a OF seguinte se encontra sinalizada pelo responsável da secção, encontrando-se contudo mais próxima do posto de trabalho. As atividades “Obtenção e Substituição dos Aros e Formas” e “Obtenção e Substituição de Sinos”, constituem individualmente duas subactividades; a primeira de “obtenção” (atividade externa) e a segunda de “substituição” (atividade interna). Apesar de possuírem uma classificação diferente, não foi oportuno proceder à divisão da atividade em duas, classificando-a como interna, face ao verificado atualmente. Esta decisão baseou-se no facto de não compensar realiza-la “externamente” devido à aproximação significativa das respetivas ferramentas junto dos postos de trabalho, apresentada nas propostas para o novo *layout*. Uma outra atividade cuja classificação diverge da realidade atual diz respeito à “Preparação da Goma” referente à operação goma em curso. Esta atividade apesar de poder ser realizada “externamente” é atualmente realizada pelo operador contribuindo para o prolongamento do tempo em que a máquina não se encontra em funcionamento.

Face a estes tempos recolhidos, foi elaborado um conjunto de propostas nos quais se incluem os contributos das propostas para um novo *layout*. Estas propostas, a seguir descritas, incidiram propositadamente sobre as atividades com maior percentagem no tempo total, focando-se fundamentalmente na redução dos tempos de *setup* das referidas operações. Algumas destas propostas pretendem ainda conduzir à obtenção de poupanças por exemplo ao nível de matéria-prima e pretendem também simplificar o

trabalho dos operadores ao longo do trabalho de uma OF e ainda encaixam-se no perfil de melhoria contínua no âmbito dos 5S.

Depósitos das Rápidas e Mezzeras

Atividade a melhorar: Preparação do banho.

Operação/Máquina: Rematação/*Mezzeras* e Rápidas.

Descrição: Redução do volume das soluções, utilizadas na operação de rematação nas máquinas *Mezzeras* e Rápidas e alteração da forma como estas soluções são abastecidas nos depósitos.

Situação verificada: A atividade de preparação do banho nestas máquinas contribui com a maior percentagem do tempo relativo à preparação de uma nova OF, superior a 50% em ambos os casos. Esta atividade compreende quatro subactividades – enchimento da água, doseamento manual de ácido diluído, aquecimento da solução e verificação dos parâmetros. Por sua vez, destas subactividades, as que mais contribuem para o tempo total são o enchimento da água e aquecimento da solução (Tabelas 13 e 14). No seguimento da tentativa de redução deste impacto, verificou-se que, do volume inicial da solução aquosa presente nos depósitos de ambas as máquinas, apenas uma porção destas soluções era necessária para cumprimento dos requisitos de funcionamento das máquinas. Uma análise mais aprofundada permitiu concluir, com as máquinas em funcionamento, que dos volumes iniciais de 338 litros no caso das *Mezzeras* e de 267 litros no caso das Rápidas, apenas eram necessários 155 litros e 112 litros nos respetivos depósitos. Esta conclusão foi retirada depois de perceber que, em funcionamento, restava nos respetivos depósitos demasiada solução para além da que circulava nas tubagens, isto é, parte do volume não entrava na circulação até ao fim da OF.



Figura 24: Depósitos das máquinas Rápida (à esquerda) e Mezzera (à direita).

Dentro da mesma atividade, a subatividade de doseamento do ácido diluído é realizada manualmente pelos operadores; isto é, estes têm que medir num copo graduado a quantidade definida nas tabelas dos parâmetros da respetiva máquina de ácido (também definido na mesma tabela) a fim de obter o pH desejado. Para obter um destes ácidos, o operador tem que se dirigir a um local na secção onde se encontram armazenados bidões com dois tipos de soluções de ácido diluído (ácido fórmico 2% e ácido sulfúrico 7%), previamente preparadas por um funcionário responsável, ou terão que se dirigir à secção da tinturaria, onde se encontra o ácido fórmico a 85% (Figura 25).

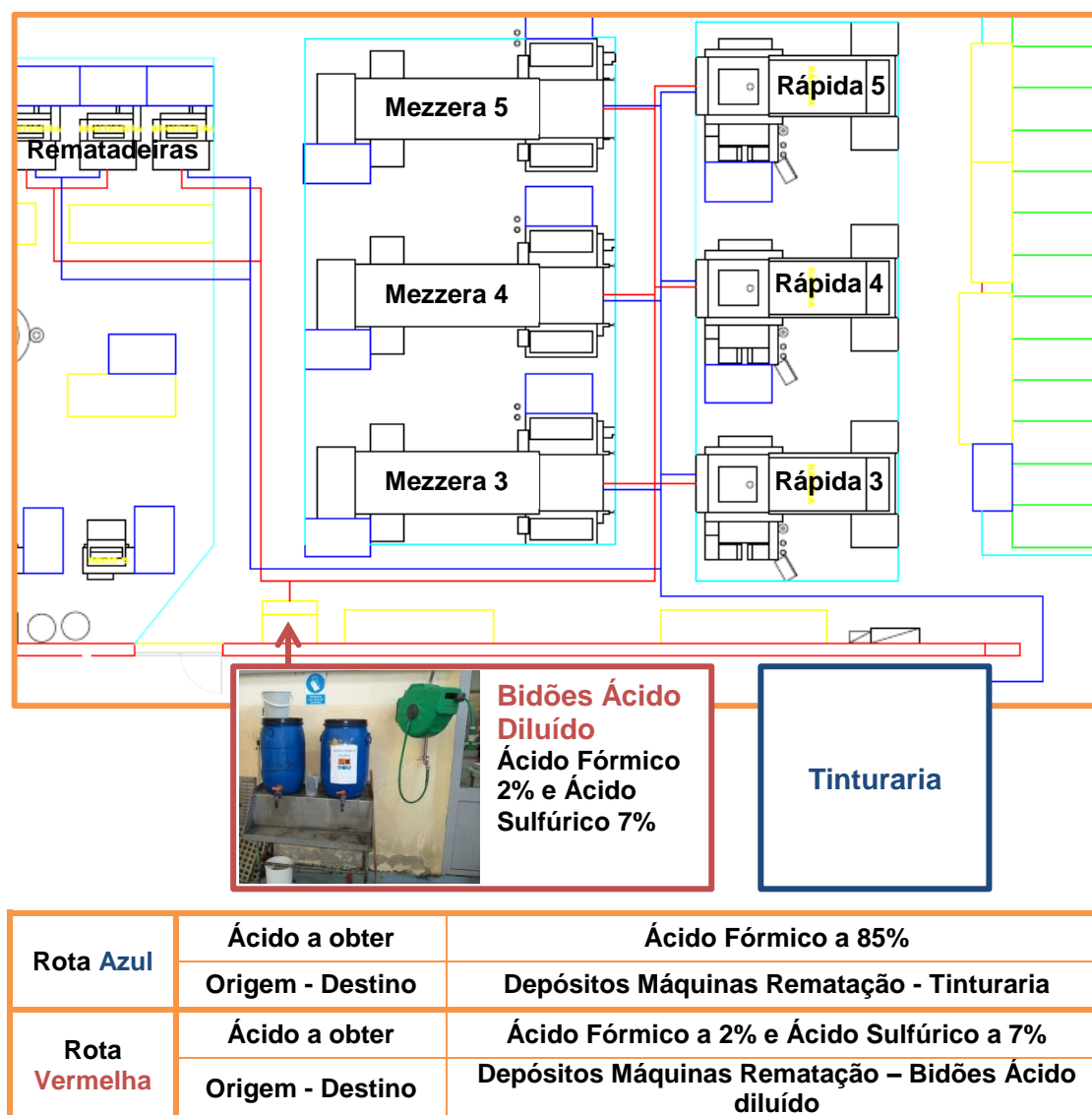


Figura 25: Rotas percorridas pelos operadores para obtenção dos diferentes ácidos a dosear nos depósitos das máquinas da rematação.

Apesar do tempo despendido na realização desta subactividade, a mesma não contribui para o tempo total da atividade de preparação do banho, isto porque é realizada ao mesmo tempo que a água presente no maceiro está a aquecer. Contudo, o doseamento manual pode conduzir a não conformidades, resultantes de um pH incorreto devido a erros na medição dos ácidos. Além disso, esta subactividade coloca em causa a segurança dos operadores, pelo manuseamento e transporte do ácido diluído através da secção.

Situação pretendida: Utilizando os mesmos depósitos e um sensor de nível para controlar o enchimento, pretende-se reduzir a volume da solução inicial, para 155 litros nas *Mezzeras* e para 112 litros nas *Rápidas*. O sensor de nível terá como função fechar o

passador de água quando o volume atingir o nível máximo que corresponde ao valor de mínimo de funcionamento mais perdas ao longo do trabalho da OF previamente estimadas, que totalizam os valores já referidos e ativar de novo a abertura do passador da solução aquosa quando o volume ultrapassar negativamente o valor mínimo de funcionamento.

Pretende-se também modificar o abastecimento do ácido procedendo, à semelhança do que é realizado nas secções da arcagem e da fula, ao doseamento automático, isto é, abastecer os depósitos com soluções já preparadas, com ácido já diluído na água que abastece as máquinas. Este abastecimento seria realizado de igual forma para as três combinações de tipo de ácido e pH (ácido fórmico/pH 2,5; ácido fórmico/pH 3,0 e ácido sulfúrico/pH 2,5), através da instalação de três passadores junto às máquinas. Estas soluções abasteceriam os depósitos com caudal idêntico ao abastecimento atual da água, não agravando a poupança da proposta de redução do volume.

Investimento a considerar: Apesar de não contabilizado, este investimento sugere ser elevado pelos equipamentos e materiais (bombas de água, depósitos, tubagens,...) e ainda mão-de-obra em que a empresa teria que despende no caso de optar por esta proposta.

Vantagens e Poupanças: As poupanças estimadas do tempo despendido nas subactividades que constituem a atividade de *setup* preparação do banho, relativas à operação de rematação realizada nas máquinas Rápida e *Mezzera* estão presentes nas tabelas 13 e 14 respetivamente.

Tabela 13: Poupanças estimadas na atividade de *setup* preparação do banho e respetivas subactividades em cada uma das máquinas Rápidas, com a implementação da proposta.

Preparação do Banho (Rápida)						
Sequência das Subactividades		Enchimento da água	Doseamento do ácido ²	Aquecimento da água	Verificação dos parâmetros	Total ⁴
Tempos (seg.)	Atual	149	100	555	23	615
	Proposta	63 ¹	0	233 ³	23	272
Poupança	Unidades	86	100	322	0	343
	%	58,01	100,00	58,07	0,00	55,77

Tabela 14: Poupanças estimadas na atividade de *setup* preparação do banho e respetivas subactividades em cada uma das máquinas *Mezzera*, com a implementação da proposta.

Preparação do Banho (<i>Mezzera</i>)						
Sequência das Subactividades		Enchimento da água	Doseamento do ácido ²	Aquecimento da água	Verificação dos parâmetros	Total ⁴
Tempos (seg.)	Atual	189	89	702	23	772
	Proposta	87 ¹	0	322 ³	23	367
Poupança	Unidades	102	89	380	0	405
	%	46,03	100,00	45,88	0,00	52,46

¹Valores relativos ao tempo de enchimento da água calculados com base no mesmo caudal verificado na situação atual 1,79 l/s e tendo em conta que o volume inicial proposto é suficiente para o trabalho equivalente ao realizado com o volume inicial verificado atualmente, ou seja sem enchimentos parciais.

²O tempo de doseamento do ácido resulta da média ponderada dos tempos de obtenção dos 3 tipos de ácido, ácido fórmico a 2%, ácido sulfúrico a 7%, ambos localizados na secção e ácido fórmico a 85% localizado na secção da tinturaria e em diferentes locais e medição das respetivas quantidades.

³Valores relativos ao tempo de aquecimento da água calculados com base no tempo necessário para aquecer o volume atual do depósito.

⁴O valor correspondente ao tempo total resulta neste caso à soma de cerca $\frac{1}{4}$ do tempo de enchimento da água com os tempos de aquecimento da água e verificação dos parâmetros de trabalho. Esta fórmula resultou da análise do procedimento relativo a esta atividade, no qual se verificou que o aquecimento era iniciado quando cerca de $\frac{1}{4}$ dos depósitos estavam preenchidos. O tempo de doseamento do ácido no caso atual não em qualquer impacto, pois é relativamente reduzido e é realizado em simultâneo com as outras subactividades.

Para além do tempo de enchimento e aquecimento da água, esta proposta proporciona poupanças de água, de energia em forma de vapor e de ácidos resultantes da diminuição do volume do banho. Estas poupanças, por enchimento de um depósito das máquinas Rápida e *Mezzera*, estão contabilizadas nas Tabelas 15 e 16 respetivamente. Nestas tabelas é apresentada uma estimativa da poupança em Euro de cada elemento do banho, com total por enchimento e ainda uma estimativa da poupança diária referentes a cada máquina.

Tabela 15: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um depósito da máquina Rápida, somatório dessas poupanças e estimativa da poupança diária.

Rápida	Quantidades		Poupança			
	Atual	Proposta	Unidades	Percentagem	Valor/Unidade	Valor Total
Água	267 l	112 l	155 l	58,05%	$53,00 \times 10^{-5}$ €/Litro ⁵	0,082 €
Vapor	14685 Kcal	6160 Kcal	8525 Kcal	58,05%	$29,35 \times 10^{-6}$ €/Kcal ⁶	0,250 €
Ácido Sulfúrico 98%	6 ml	3 ml	3 ml	50,00 %	0,40 €/l	0,001 €
Ácido Fórmico 85%	68 ml	34 ml	34 ml	50,00 %	1,01 €/l	0,035 €
Total por enchimento						0,368 €
Total por dia (4 Enchimentos x 3 Máquinas)						4,416 €

Tabela 16: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um depósito da máquina Mezzera e somatório das poupanças por enchimento e por dia.

Mezzera	Quantidades		Poupança			
	Atual	Proposta	Unidades	Percentagem	Valor/Unidade	Valor Total
Água	338 l	155 l	183 l	54,14 %	$53,00 \times 10^{-5}$ €/Litro ⁵	0,097 €
Vapor	16900 Kcal	7750 Kcal	9150 Kcal	54,14 %	$29,35 \times 10^{-6}$ €/Kcal ⁶	0,269 €
Ácido Sulfúrico 98%	9 ml	4 ml	5 ml	55,56 %	0,40 €/l	0,002 €
Ácido Fórmico 85%	167 ml	77 ml	91 ml	54,49 %	1,01 €/l	0,091 €
Total por enchimento						0,459 €
Total por dia (4 Enchimentos x 3 Máquinas)						5,508 €

⁵ Valor calculado com base no somatório da média ponderada dos custos da água da rede e da água dos furos artesianos, com base na utilização média anual de ambos, com o valor associado aos tratamentos das águas.

⁶ Valor calculado tendo como base o custo da tonelada/vapor de fornecido pela empresa, posteriormente convertido na unidade apresentada.

Pela análise das tabelas 15 e 16 chega-se a uma poupança total diária das duas máquinas aproximada de 9,92 €, considerando um número de enchimentos médio, estimado com base nos dados recolhidos, em 4 por máquina. Para além destas poupanças, esta proposta apresenta vantagens ao nível da qualidade, através da eliminação dos erros de medição e da diluição prévia dos ácidos, e ao nível da

segurança, através da eliminação do manuseamento e do transporte de ácido diluído pela secção.

Maceiros das “Rematadeiras”

Atividade a melhorar: Preparação do banho.

Operação/Máquina: Rematação/”Rematadeiras”.

Descrição: Doseamento automático dos ácidos aos maceiros (depósitos) das máquinas “Rematadeiras” e instalação de uma sonda de temperatura com respetivo manómetro para controlo do parâmetro de trabalho, junto a cada maceiro.

Situação verificada: A atividade de preparação do banho, assim como as subactividades que a constituem, são realizadas nas “Rematadeiras” de forma muito semelhante ao realizado nas máquinas acima estudadas (*Mezzeras* e *Rápidas*). Como já referido, o doseamento manual obriga a uma deslocação dos operadores de forma a obter o ácido (Figura 25). O problema prende-se não só com o tempo relativo ao deslocamento e medição do ácido mas também aos eventuais não conformidades resultantes não só dos erros de medição como também a problemas relacionados com o incremento de solução ao maceiro. Este último verifica-se em situações em que o operador necessita de acrescentar solução aquosa com o mesmo ácido diluído e respetivo pH para continuar a trabalhar uma OF numerosa. Neste caso o operador terá que acrescentar água e ácido diluído um pouco por intuição, isto porque, não é conhecida a quantidade de água que se acrescentou e pela mesma razão a quantidade de ácido dificilmente será a correta para essa mesma quantidade de água, colocando assim em causa o pH da solução e consequentemente a conformidade dos feltros. Como também já foi referido, esta subactividade coloca também em causa a segurança dos operadores, pelo manuseamento e transporte do ácido diluído pela secção.



Figura 26: Maceiro (depósito) com os tubos abastecedores de água e vapor da máquina “Rematadeira” 3.

Na subactividade verificação dos parâmetros de trabalho, o parâmetro pH é verificado com recurso a uma fita de pH, ao passo que o parâmetro temperatura não é verificado nem controlado ao longo do trabalho, isto porque, ao contrário das restantes máquinas de rematação, as “Rematadeiras” não possuem nenhum equipamento capaz de medir a temperatura sensor e manómetro (analógico ou digital) de temperatura ou simplesmente um termómetro. Esta situação pode colocar em causa a conformidade dos feltros trabalhados nestas máquinas.

Situação pretendida: A proposta para este caso desdobra-se em duas partes. Na primeira pretende-se que os maceiros das “Rematadeiras” sejam abastecidos de forma muito semelhante à proposta apresentada anteriormente nas *Mezzeras* e *Rápidas*, isto é, abastecer os maceiros com as três diferentes soluções já preparadas.

Com a segunda parte desta proposta pretende-se incorporar, junto a cada posto de trabalho, um equipamento para medição da temperatura da solução, como por exemplo uma sonda e manómetro de temperatura ou simplesmente um termómetro, permitindo que os operadores possam proceder à verificação inicial e controlo da temperatura ao longo do trabalho. Opcionalmente poderia ser implementado um controlador de temperatura para facilitar a monitorização, evitando perdas de tempo e descuidos por parte do operador no controlo da temperatura durante o trabalho da OF.

Investimento a considerar: À semelhança do que foi referido na proposta anterior considera-se que este investimento, apesar de não contabilizado, seja elevado pelos equipamentos e materiais (bombas de água, depósitos, tubagens,...) e ainda mão-

de-obra em que a empresa teria que despende no caso de optar por esta proposta. Contudo este investimento poderia ser reaproveitado para a proposta anterior, tornando-as mais economicamente viáveis.

Vantagens e Poupanças: As poupanças estimadas do tempo despendido nas subactividades que constituem a atividade de preparação do banho nas máquinas “Rematadeiras” estão presentes na tabela 17.

Tabela 17: Poupanças estimadas na atividade *setup* preparação do banho e respetivas subactividades em cada uma das máquinas “Rematadeiras”, com a implementação da proposta.

Preparação do Banho (“Rematadeira”)						
Sequência das Subactividades		Enchimento da água	Doseamento do ácido	Aquecimento da água	Verificação dos parâmetros	Total
Tempos (seg.)	Atual	13	54 ¹	48	17	132
	Proposta	13	0	48	17	78
Poupança	Unidades	0	54	0	0	54
	%	0,00	100,00	0,00	0,00	40,91

¹O tempo de doseamento do ácido resulta da média ponderada dos tempos de obtenção dos 3 tipos de ácido, ácido fórmico a 2%, ácido sulfúrico a 7%, ambos localizados na secção e ácido fórmico a 85% localizado na secção da tinturaria e em diferentes locais e medição das respetivas quantidades.

Para além destas poupanças, e à semelhança da proposta anterior, esta proposta apresenta vantagens ao nível da qualidade, através da eliminação dos erros de medição e da diluição prévia dos ácidos, e através capacitação dos operadores no controlo de um importante parâmetro de trabalho, a temperatura. Ao nível da segurança, verificam-se também vantagens na medida em que se eliminam o manuseamento e o transporte de ácido diluído pela secção.

Maceiros da Enformação

Atividade a melhorar: Preparação do banho.

Operação/máquina: Enformação/Máquina de abrir copas (Puxar) e Máquina de abrir abas (Arrear).

Descrição: Redução do volume das soluções, utilizadas nas operações de puxar (abrir copas) e arrear (abrir abas), através da redução do tamanho dos maceiros (depósitos) e modificação da forma como estas soluções são abastecidas nos maceiros.

Situação verificada: À semelhança da mesma atividade associada à operação de rematação, a atividade de preparação do banho nestas máquinas contribui com a maior percentagem de tempo relativo à preparação de uma nova OF, cerca de 80% na operação abertura de copas e cerca de 78% na operação abertura de abas. Apesar das semelhanças relativas à mesma atividade de *setup* na rematação, as subactividades enchimento de água e doseamento do ácido são realizadas, em alguns casos, em simultâneo. Através de um sistema de doseamento automático, o ácido fórmico adicionado à água abastece os maceiros fornecendo assim as soluções do mesmo ácido com pH 2,5 e pH 3,0, através de dois passadores (figura 28). Já no caso do ácido sulfúrico, este continua a ser diluído manualmente, tendo o operador que se deslocar até ao bidão que contém o ácido diluído, proceder à medição e adicionar ao maceiro previamente enchido com água (figura 27).

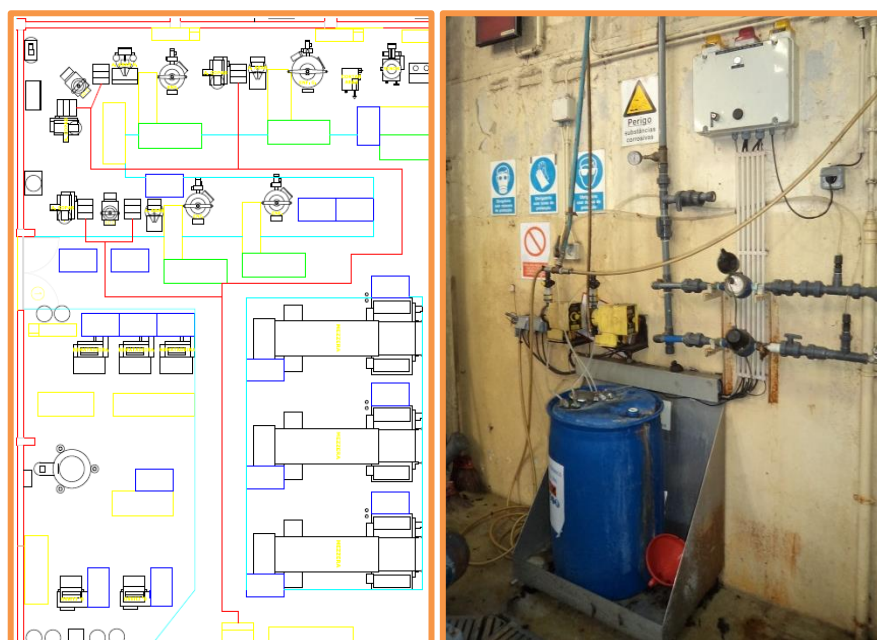


Figura 27: Deslocamento associado ao doseamento manual de ácido sulfúrico (à esquerda), equipamentos associados à ao doseamento automático do ácido fórmico a diferentes pH's (à direita).

Num maceiro com capacidade para 77 litros de solução, e um ritmo médio de consumo desta solução (solução absorvida pelos feltros) ao longo do trabalho de 0,25 litros por feltro, o doseamento manual do ácido sulfúrico, conduz a um problema semelhante mas muito mais frequente ao verificado nas “Rematadeiras”. Quando o nível da solução nos maceiros é inferior ao volume mínimo, isto é, quando não permite uma correta molha dos feltros a trabalhar, os operadores, terão que adicionar água e ácido em quantidades difíceis de determinar com consequências para o pH resultante.

Outro problema identificado relaciona-se com o abastecimento das soluções de ácido fórmico. O caudal de abastecimento é muito reduzido, cerca de 0,042 l/s com a torneira do pH 2,5 e cerca de 0,21 l/s com a torneira do pH 3,0, que faz com que o tempo de enchimento dos 77 litros do maceiro chegue aos 1848 e 371 segundos respetivamente. Este caudal deve-se ao facto de o doseamento ser realizado gota a gota adicionadas à água que passa nos tubos (figura 27). Estes tempos de espera muito elevados forçam os operadores a adotar “atalhos” para facilitar e reduzir o tempo de espera. O método utilizado consiste no enchimento do maceiro com a solução de ácido fórmico a pH 3,0 (que devido à menor concentração de ácido, possui um maior caudal) e acrescentando uma determinada quantidade de ácido fórmico diluído obtido nos bidões ao maceiro de forma a obter o pH pretendido que neste caso é de 2,5. Este procedimento é realizado apenas nos enchimentos totais, sendo que nos enchimentos parciais é utilizada o passador da solução de ácido fórmico com pH 2,5.

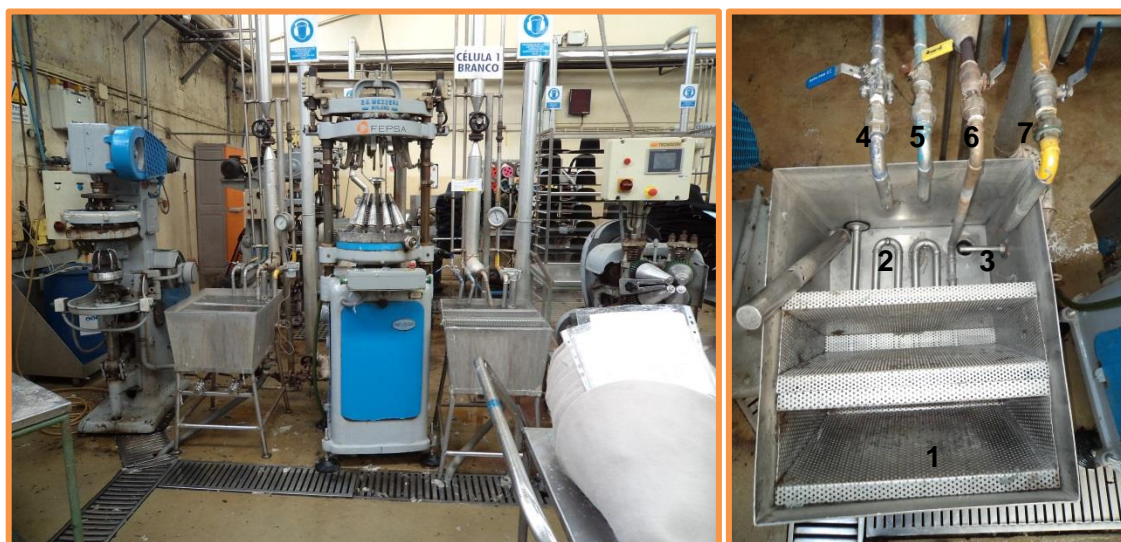


Figura 28: Célula de branco constituída (da esquerda para a direita) pela máquina de abrir copas e respetivo maceiro, máquina de abrir abas de 10 cones, maceiro da operação de abertura de abas e máquina de abrir abas de 4 cones (foto à esquerda). Vista superior de um maceiro com 1 grelha, 2 serpentina de aquecimento, 3 sonda de temperatura, 4 passador da solução de ácido fórmico com pH 2,5, 5 passador da solução de ácido fórmico com pH 3,0, 6 passador do vapor e 7 passador da água (imagem à direita).

Por último verificou-se que apenas dois terços do volume dos maceiros são utilizados para a molha dos feltros estando ocupada por duas redes metálicas em forma de cuvette onde são colocados os feltros durante as operações a que estão afetos (figura 28). A restante parte, cerca de um terço, é só utilizada para acesso dos passadores da água, das soluções de ácido fórmico e do vapor.

Situação pretendida: No seguimento da mesma ideia apresentada nas propostas anteriores relativa ao abastecimento dos depósitos das máquinas da rematação, pretende-se alargar o abastecimento de soluções já preparadas, à solução de ácido sulfúrico a pH 2,5. Pretende-se ainda, aumentar a eficiência do doseamento automático, abastecendo os maceiros com mais caudal, da mesma forma como é realizado nas secções da arcagem e fula e foi proposto para a secção da rematação, isto é, realizando as diluições automaticamente em depósitos com capacidade suficiente para responder às necessidades de abastecimento de toda a secção, disponibilizando-as com elevado caudal.

Dentro da mesma proposta pretende-se reduzir volume dos maceiros de forma a eliminar o volume não usado durante as operações a que estão afetos. Uma análise mais aprofundada permitiu projetar a dimensão dos maceiros segundo a forma e posição dos feltros durante o trabalho, em combinação com a dimensão máxima que estes podem apresentar, diminuindo ainda mais o volume dos maceiros. Desta análise resultaram os dois diferentes maceiros, um associado à operação de abertura de copas e o outro à operação de abertura de abas. Ambos foram desenhados com recurso ao software *Solidworks* e encontram-se representados na figura 29. Estes novos maceiros serão abastecidos na parte lateral traseira, ao invés do atual modo de abastecimento pela parte superior.

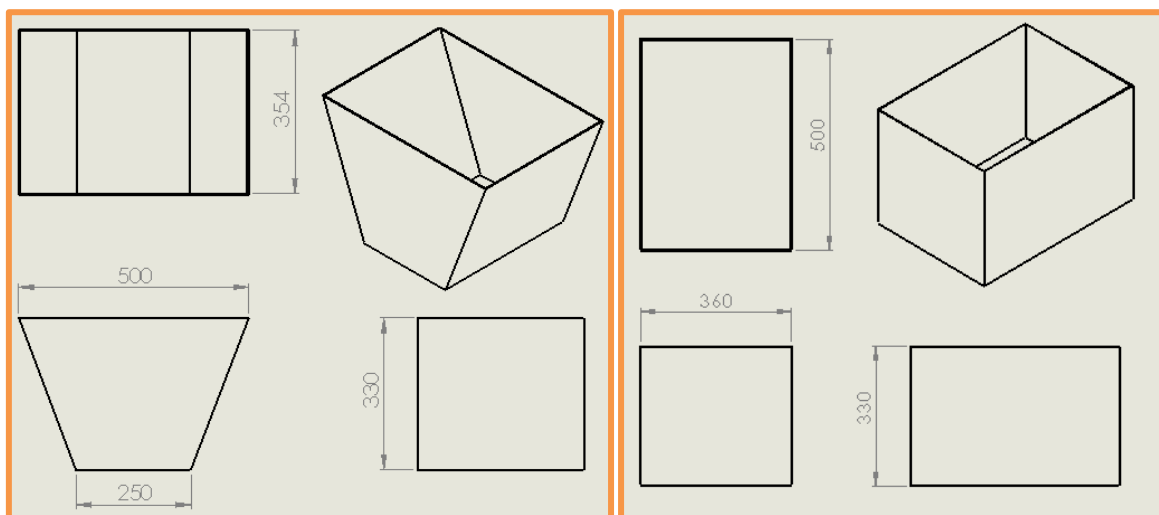


Figura 29: Desenho em *Solidworks* dos novos maceiros associados às operações de abrir copas à esquerda e de abrir abas à direita. As medidas dos maceiros estão apresentadas em milímetros.

Opcionalmente é sugerida, nesta proposta, a instalação de um sensor de nível e de temperatura de forma a controlar o nível de solução e o parâmetro temperatura,

automaticamente ao longo do trabalho, desincumbindo os operadores destas tarefas, concentrando as suas atenções no trabalho e conduzindo a um controlo mais eficiente e eficaz.

Investimento a considerar: À semelhança do que foi referido nas propostas anteriores considera-se que este investimento, apesar de não contabilizado, seja elevado pelos equipamentos e materiais (bombas de água, depósitos, tubagens,...) e ainda mão-de-obra em que a empresa teria que despende no caso de optar por esta proposta. Contudo este investimento poderia ser reaproveitado para as propostas anteriores, tornando-as mais economicamente viáveis.

Vantagens e Poupanças: As poupanças estimadas do tempo despendido nas subactividades que constituem a atividade de *setup* preparação do banho, relativas às operações de abertura de copas e abas, estão presentes nas tabelas 18 e 19 respetivamente.

Tabela 18: Poupanças estimadas na atividade de *setup* preparação do banho e respetivas subactividades associada à operação de abertura de copas, com a implementação da proposta.

Preparação do Banho (Maceiro Máquina de Abrir Copas)						
Sequência das Subactividades		Enchimento da água	Doseamento do ácido	Aquecimento da solução	Verificação dos parâmetros	Total
Tempos Situação Atual (seg.)	Ácido Fórmico pH 2,5	1848/371 ¹		160 ³	17	1848/371 ⁴
	Ácido Fórmico pH 3,0	371				371 ⁴
	Ácido Sulfúrico pH 2,5	138	67			187 ⁴
	Médio	823/327		160	17	823/327 ⁴
Tempos Situação Proposta (seg.)	Ácido Fórmico pH 2,5	64 ²		75 ³	17	108
	Ácido Fórmico pH 3,0					108
	Ácido Sulfúrico pH 2,5					108
	Médio	64		75	17	108 ⁵
Poupança	Segundos	759/263		85	0	715/219
	%	92,22/80,43		53,13	0,00	86,88/59,03

Tabela 19: Poupanças estimadas na atividade de *setup* preparação do banho e respetivas subactividades associada à operação de abertura de abas, com a implementação da proposta.

Preparação do Banho (Maceiro Máquina de Abrir Abas)						
Sequência das Subactividades		Enchimento da água	Doseamento do ácido	Aquecimento da solução	Verificação dos parâmetros	Total
Tempos Situação Atual (seg.)	Ácido Fórmico pH 2,5	1848/371 ¹		160	17	1865/371 ⁴
	Ácido Fórmico pH 3,0	371				371 ⁴
	Ácido Sulfúrico pH 2,5	138	67			187 ⁴
	Médio	823/327		160	17	823/327 ⁴
Tempos Situação Proposta (seg.)	Ácido Fórmico pH 2,5	90 ²		104 ³	17	211
	Ácido Fórmico pH 3,0					211
	Ácido Sulfúrico pH 2,5					211
	Médio	90		104	17	211 ⁵
Poupança	Unidades	733/237		56	0	612/116
	%	89,06/72,48		35,00	0,00	74,36/35,47

¹Valores relativos ao somatório dos tempos de enchimento do maceiro e doseamento do ácido, respetivamente sem atalho e com atalho por parte do operador, como atrás referidos e explicados.

²Valor relativo ao somatório dos tempos de enchimento do maceiro e doseamento do ácido calculado tendo em conta o caudal atual da água abastecida, correspondente a 1,79 l/s.

³Valor relativo ao tempo de aquecimento da água calculado com base no tempo de aquecimento do atual maceiro.

⁴Valores relativos aos tempos totais, com e sem a consideração do “atalho” respetivamente. Estes valores resultam da média ponderada da utilização dos diferentes tipos de ácido com base nos dados obtidos. Apesar de englobar todas as subactividades, este tempo médio é no presente caso dado pelo tempo enchimento e doseamento do ácido, devido ao peso que estes representam no tempo total da atividade de preparação do banho.

⁵Valor resultante da soma dos tempos relativos a cada subactividade.

Para além do tempo de enchimento e aquecimento da água, esta proposta proporciona poupanças de água, de energia em forma de vapor e de ácidos resultantes da diminuição do volume do banho. Estas poupanças por enchimento de cada um dos novos maceiros estão contabilizadas nas Tabelas 20 e 21 respetivamente. Nestas tabelas é apresentada uma estimativa da poupança em euros de cada elemento do banho, com total por enchimento e ainda uma estimativa da poupança diária referentes a cada maceiro.

Tabela 20: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um maceiro associado à máquina de abrir copas, somatório dessas poupanças e estimativa da poupança diária.

Maceiro Copas	Quantidades		Poupança			
	Atual	Proposta	Unidades	Percentagem	Valor/Unidade	Valor Total
Água	77 l	36 l	41 l	53,25 %	$53,00 \times 10^{-5}$ €/Litro ⁶	0,0217 €
Vapor	5005 Kcal	2340 Kcal	2665 Kcal	53,25 %	$29,35 \times 10^{-6}$ €/Kcal ⁷	0,0773 €
Ácido Sulfúrico 98%	1,65 ml	0,77 ml	0,88 ml	53,33 %	0,40 €/l	0,0004 €
Ácido Fórmico 85%	44,50 ml	20,80 ml	23,70 ml	52,26 %	1,01 €/l	0,0230 €
Total por enchimento						0,1224 €
Total por dia (22 Enchimentos x 3 Maceiros)						8,0784 €

Tabela 21: Poupanças estimadas de água, vapor e ácido no enchimento de um maceiro associado à máquina de abrir abam, somatório dessas poupanças e estimativa da poupança diária.

Maceiro Abas	Quantidades		Poupança			
	Atual	Proposta	Unidades	Percentagem	Valor/Unidade	Valor Total
Água	77 l	50 l	27 l	35,06 %	$53,00 \times 10^{-5}$ €/Litro ⁵	0,0143 €
Vapor	5005 Kcal	3250 Kcal	1755 Kcal	35,06 %	$29,35 \times 10^{-6}$ €/Kcal ⁶	0,0509 €
Ácido Sulfúrico 98%	1,65 ml	1,07 ml	0,58 ml	35,15 %	0,40 €/l	0,0002 €
Ácido Fórmico 85%	44,50 ml	28,90 ml	15,60 ml	35,06 %	1,01 €/l	0,0157 €
Total por enchimento						0,0811 €
Total por dia (18 Enchimentos x 3 Máquinas)						4,3794 €

⁶Valor calculado com base no somatório da média ponderada dos custos da água da rede e da água dos furos, com base na utilização média anual de ambos, com o valor associado aos tratamentos das águas.

⁷Valor calculado tendo como base o custo da tonelada/vapor de fornecido pela empresa posteriormente convertido na unidade apresentada.

Pela análise das tabelas 20 e 21 chega-se a uma poupança total diária estimada, com os dois novos maceiros, de aproximadamente 14,46 €, considerando um número de enchimentos médio, estimado através de dados recolhidos, de 22 no caso dos 3

maceiros associados à operação de aberturas de copas e 18 no caso dos 3 maceiros associados às operações de abertura de abas. Para além destas poupanças, esta proposta apresenta vantagens ao nível da qualidade, através da eliminação dos erros de medição e da diluição prévia dos ácidos, e ao nível da segurança, através da eliminação do manuseamento e do transporte de ácido diluído pela secção.

Estacionamento dos Carros da Enformação

Atividade a melhorar: Obtenção de carros.

Operação/máquina: Enformação/ Máquinas de enformar copa e aba e Máquina de enformar sinos.

Descrição: “Otimização” do espaço de estacionamento dos carros da enformação (para feltros de copa e aba) e facilitação da sua troca dos no espaço.

Situação verificada: Após serem totalmente preenchidos com os feltros enformados de copa e aba, os carros da enformação são colocados num local junto à entrada para as estufas enquanto aguardam que as mesmas fiquem disponíveis, a fim de realizar uma última operação, na fronteira da secção com o acabamento, de secagem dos feltros (figura 30).



Figura 30: Localização dos carros na secção (imagem à esquerda) e disposição dos mesmos no estacionamento (imagem à direita).

Neste local, chamado de estacionamento estes carros são alinhados verticalmente numa primeira fila e horizontalmente numa segunda, apresentando a configuração ilustrada na figura 30. Esta configuração dificulta a identificação e troca de carros cheios por vazios por parte dos enformadores e de vazios por cheios por parte do operador responsável pela mudança das estufas. Dentro dos limites estabelecidos, este espaço consegue albergar 20 carros, dos quais se incluem os diferentes tipos de carros

identificados na figura 31. Os carros de 5x2 prateleiras destinam-se não só à obra enformada de sinos como também a obra gomada em curso, que necessita de ir secar antes de prosseguir para a enformação. Estes carros ocupam o mesmo espaço que os carros de 9x2 prateleiras mas tendencialmente são colocados numa zona distinta indicada na figura 31. A elevada quantidade de carros existente e necessária para o trabalho na secção, num total de 43 espalhados pelo estacionamento, enformação, secção da carbonização da lã e estufas, em combinação com o reduzido espaço existente no estacionamento leva a que muitas vezes os limites do mesmo sejam ultrapassados, dificultando ainda mais a identificação, troca e circulação junto ao espaço.

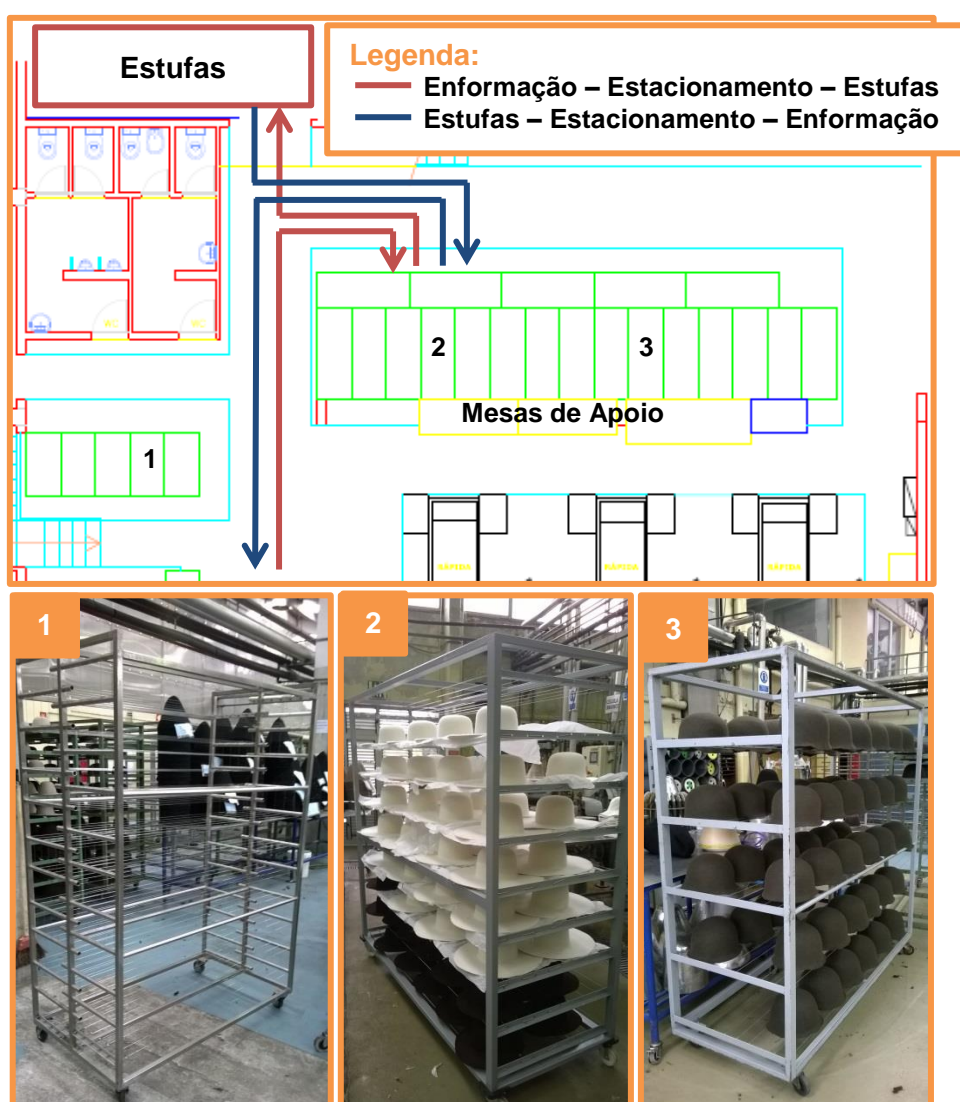


Figura 31: Representação dos fluxos de e para o estacionamento, e localização dos diferentes tipos de carros (1- Carro de aço inox de 11x2 prateleiras com 1,40m x 0,75m, 2- Carro de 9x2 prateleiras com 2,00m x 0,75m e 3- Carro de 5x2 prateleiras com 2,00m x 0,75m).

Situação pretendida: Com esta proposta, pretende-se reduzir o tempo de troca dos carros no mesmo espaço, alterando para isso a sua disposição. Dispondo os carros da enformação (de 9x2 prateleiras) horizontalmente entre os dois primeiros pilares, consegue-se formar 3 filas de 5 carros cada, num total de 15 carros, mais 3 carros e cerca de 90 feltros de copa e aba enformados nessa mesma zona do espaço (figura 32). Para se conseguir tal configuração dentro dos mesmos limites, será necessário retirar as mesas de apoio à rematação junto à máquina rápida 5 e adaptá-las para que estas se encaixem num novo local lateral e próximo da máquina (figura 32). Desta forma, pretende-se além de aumentar o número de carros nesta parte do espaço, permitir trocar mais facilmente os carros. A ideia representada na figura 32 sugere a introdução dos carros cheios de um lado (do lado das secadas) e a remoção dos vazios do lado oposto (lado da rápida 5) à medida que o operador se dirige para a secção, ou vice-versa, por parte do responsável pelas estufas.

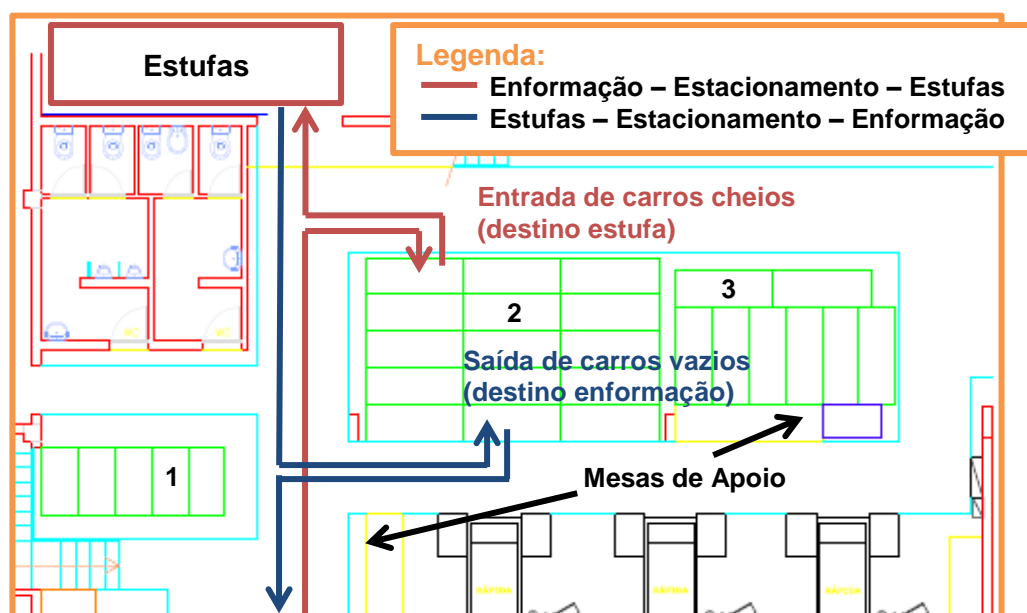


Figura 32: Projeção da proposta de estacionamento dos carros. Zona 1 - mantém-se igual destinando-se aos mesmos carros (1,40m x 0,75m); Zona 2 – onde incide a alteração e destina-se aos carros de 9x2 prateleiras (2,00m x 0,75m); Zona 3 – mantém-se igual destinando-se aos restantes carros de 5x2 prateleiras (2,00m x 0,75m).

Na outra parte do estacionamento, normalmente dedicada ao estacionamento dos restantes tipos de carros, a configuração permanecerá a mesma devido à falta de alternativa a uma nova localização da mesa de apoio às Rápidas 3 e 4 e porque a taxa de troca dos mesmos é significativamente menor. No total este espaço consegue albergar 23 carros, mais 3 do que o atual, considerando os mesmos limites. Para que a troca seja praticável, será necessário instalar no chão umas calhas com o propósito de

separar e desimpedir os carros das filas vizinhas e posicionar as rodas numa única direção, para facilitar o movimento dos carros ao serem empurrados.

A título opcional, é proposto que as diferentes tipologias de carros apresentem uma diferenciação a nível da cor (investimento já programado no âmbito dos 5S's, dado que a maioria também carece de um restauro na pintura), e que sejam separados, habilitando as zonas do estacionamento a cada tipo de carros, de forma a ser mais rápida a sua identificação. Outra configuração prática e vantajosa sugere a numeração dos carros. Esta ideia visa facilitar a sua localização na secção, estacionamento e estufas e o trabalho de mudança, recolha e identificação das OF nas estufas. Para isso, será necessário que o operador indique na OF o(s) número(s) do(s) carro(s) e consequentemente na estufa seja indicado, num quadro, os números dos carros que se encontram dentro da mesma.

Investimento a considerar: Apesar de não contabilizado, o investimento relativo a esta proposta aparenta ser reduzido, isto porque apenas carece de adaptações ao nível das mesas de apoio e instalação de calhas no piso na zona do estacionamento a alterar. No que respeita à diferenciação ao nível da cor e identificação dos carros, o investimento além de reduzido, está previsto no âmbito dos 5S's.

Vantagens e Poupanças: Com vista a determinar as poupanças potenciadas pela proposta, a mesma foi simulada através da alteração temporária da disposição dos carros. A média dos tempos resultante da simulação está presente na tabela 22, assim como a poupança relativa à média dos tempos atuais. Ambos os valores resultam do somatório da média dos tempos que os operadores das diferentes máquinas de enformar copa e aba demoram a percorrer até ao primeiro pilar junto ao estacionamento, com o tempo médio relativo ao restante percurso e à troca dos carros. Em ambos os casos, o tempo médio correspondente à primeira parcela foi considerado igual, pois não se registou nenhuma alteração no posicionamento das máquinas.

Tabela 22: Poupanças estimadas de tempo com a implementação da proposta.

Obtenção do Carro Enformação (9x2 Prateleiras)	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	64	38	26	40,63

Esta poupança significativa ainda poderia ser melhorada com a disposição das máquinas no novo *layout*.

Para além das poupanças ao nível do tempo, esta proposta pretende melhorar a utilização do espaço (conseguindo-se espaço para mais 3 carros e cerca de 90 feltros enformados em copa e aba), simplificar a identificação e troca dos carros e desimpedir o espaço, muitas vezes ocupado fora dos limites, e reduzir o congestionamento derivado da entrada e saída dos carros cheios e vazios do mesmo lado.

Tela para Proteção de Branqueados

Atividade a melhorar: Colocação de proteções para branqueados.

Operação/máquina: Enformação/Máquinas de enformar copa e aba e Máquina de enformar sinos.

Descrição: Alteração do tipo de proteções para branqueados de forma a melhorar a sua colocação nos carros, no início do processo de enformação.

Situação verificada: Os feltros branqueados, isto é, tingidos de cor branca, depois de enformados são colocados, à semelhança dos restantes feltros sujeitos à mesma operação, num carro com destino às estufas. A diferença consiste no facto de a cor destes feltros ser muito sensível a qualquer tipo de impureza ou contaminante, razão suficiente para que os operadores tenham que colocar proteções, sob forma de folhas de papel vegetal, sobre os arames dos carros (figura 33).



Figura 33: Proteções para feltros branqueados (papel vegetal) estendido num carro (figura à esquerda). Local de armazenamento das proteções (figura em cima à direita). Desnível de um par de prateleiras (figura em baixo à direita).

Estas proteções encontram-se num local debaixo das escadas e próximo do estacionamento dos carros da enformação, permitindo que os operadores as alcancem ao mesmo tempo que os carros (figura 33). São estendidas nas prateleiras do carro, 4

por par de prateleiras num total de 36 folhas. Devido ao estado como são armazenadas, depois de terem sido utilizadas pela primeira vez e à corrente de ar proveniente da ventilação em combinação com a leveza do material, dificultam o trabalho de desamarrotar e estender o papel nos carros. Por outro lado, este trabalho é repetido uma vez mais quando o responsável pelas estufas procede à remoção dos feltros secos do carro e consequentemente do papel.

Outro problema consiste na fragilidade do papel, que se rasga facilmente com a sua utilização em contacto com água e com as extremidades dos arames, apesar da sua relativa durabilidade no que respeita às características não aderentes, pelas quais a empresa viu no mesmo uma solução. Ainda assim o papel vegetal consegue ser reutilizado na maioria das vezes pelo menos mais uma vez. Por último, a forma como este é colocado nos carros não permite que as abas dos feltros se cruzem sem tocar, isto é, deem funcionalidade ao desnivelamento propositado de cada par de prateleiras (figura 33).

Situação pretendida: Após uma exaustiva procura na internet e em fornecedores habituais da empresa, encontraram-se duas alternativas com características idênticas ao papel vegetal. A primeira alternativa que consistiu em folhas de *teflon*, que apesar possuírem as características pretendidas de anti aderência e resistência a moderadas temperaturas das estufas, apresentavam custos superiores e o tamanho pretendido era difícil de se obter no meio dos fornecedores habituais.

Este facto impôs uma nova procura que originou o teste de vários materiais de um fornecedor, sobre o qual se destacou o TNT (Tecido Não Tecido). O nome TNT resulta do facto de este se parecer com um tecido mas ao mesmo tempo não é produzido pelos métodos comuns ao fabrico têxtil. É um composto produzido a partir de fibras naturais e/ou sintéticas dispostas em diferentes direções sendo posteriormente aglomeradas e fixadas, curiosamente à semelhança dos feltros.



Figura 34: Telas de TNT estendidas no carro (à esquerda) e protótipo com a tela (à direita).

Durante um mês este material foi sujeito a um teste de simulação, por forma a descobrir se ia de encontro ao pretendido. Verificou-se que não indiciava, em condições normais, uma acumulação de impurezas além de, em casos extremos, poder ser limpo simplesmente com água e sabão. Para além de ser lavável, verificou-se ainda que o material não amarrotava facilmente e era mais fácil de aplicar, retirar e arrumar, isto porque é disponibilizado em forma de rolos que possibilitaram o corte com as dimensões pretendidas (tamanho de uma prateleira individual 2,00m x 0,38m). Após verificar a viabilidade foi projetada uma forma mais eficiente para aplicar, retirar e arrumar as telas. A solução encontrada passou por enrolar as telas numa estrutura que contivesse dois rolos com mola, isto é com funcionamento muito semelhante ao dos estores de rolo. Estes rolos permitirão aplicar e recolher mais facilmente cada uma das telas de forma individual e em níveis diferentes de forma a permitir que as abas não se sobreponham (figura 34).

Investimento a considerar: Apesar de não contabilizado, o investimento inicial relativo a esta proposta aparenta ser reduzido. Este investimento diz respeito ao fabrico de 54 suportes de telas semelhantes ao protótipo desenvolvido, cada um composto por uma estrutura em ferro, ímanes e dois rolos e duas telas com dimensão 2,00m x 0,40. Este investimento seria rapidamente amortizado pela considerável superior durabilidade do material TNT.

Vantagens e Poupanças: No sentido de determinar potenciais poupanças de tempo, relativo à aplicação das proteções para branqueados nos carros da enformação, com a implementação da proposta apresentada, foi desenvolvido um protótipo segundo as especificações atrás enunciadas, de forma a simular a utilização e assim recolher os tempos a fim de se obter a média presente na tabela 23.

Tabela 23: Poupança estimada do tempo relativo à colocação das proteções para branqueados com a proposta das telas de TNT aplicadas na estrutura com os rolos.

Colocação das Proteções para Branqueados (Enformar Copa e Aba)	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	360	126	234	65,00

Colocação das Proteções para Branqueados (Enformar Sinos)	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	200	70	130	65,00

Para além do tempo despendido na colocação, esta proposta apresenta vantagens, não contabilizadas, ao nível do tempo de obtenção e na recolha e arrumação das proteções no mesmo local. Outra vantagem desta proposta relaciona-se com a considerável durabilidade e custo do material TNT face às folhas de papel vegetal, permitindo uma poupança anual estimada em cerca de 314,45 €.

Estantes Aros e Formas

Atividade a melhorar: Obtenção e substituição dos aros e das formas.

Operação/máquina: Enformação/Maquina de enformar copa e aba.

Descrição: Conceção de novas estantes para aros e formas e aproximação destas junto das máquinas de enformar copa e aba, facilitando a obtenção destas ferramentas de trabalho.

Situação verificada: Durante o processo de enformação dos feltros de copa e aba, são utilizadas diferentes tipos de formas e aros que se diferenciam pelo tamanho (figura 35).

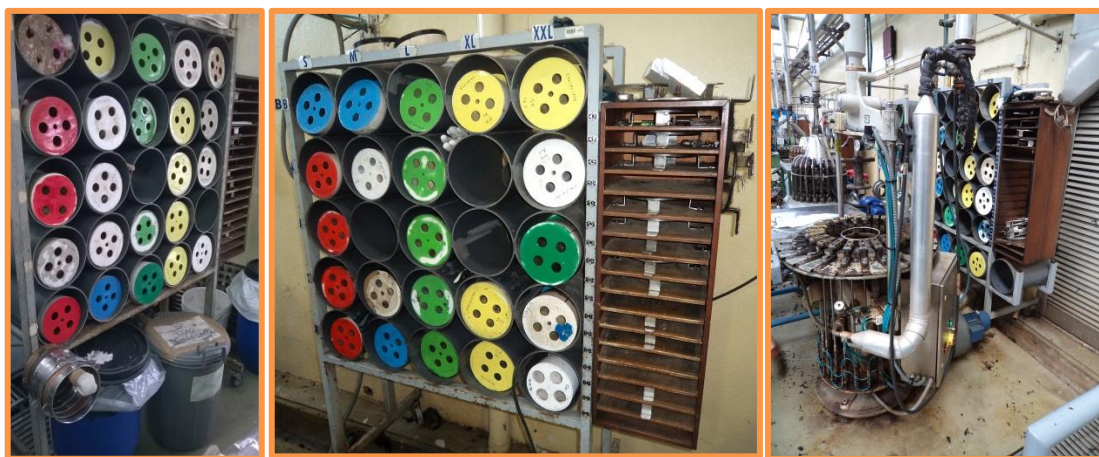


Figura 35: Diferentes tipos formas e aros expostos numa das atuais estantes, ordenados por tamanho (figura ao centro). Localização única dos aros de cintagem (figura à esquerda). Localização de uma estante na parte traseira de uma máquina a dificultar a obtenção das formas e aros (figura à direita).

Durante este processo, o operador, necessita de duas a três formas, com tamanho especificado na OF, que se encontram identificadas nas estantes por letras e cores (figura 35) e de dois aros com diâmetro correspondente à medida das formas, sendo que um destes é fixo na máquina e o restante é utilizado para cintar o feltro, ou seja, fazer com que este não perca a forma, durante o trabalho realizado pelo operador no ajuste e alisamento da copa e aba.

Estes aros e formas encontram-se presentes em quatro estantes localizadas na secção, dando apoio às cinco máquinas existentes (figura 36). A existência de menos um local de armazenamento das ferramentas de trabalho obriga pelo menos um dos operadores a percorrer uma maior distância para obter as formas e aros que necessita, levando por sua vez a que as mesmas fiquem indisponíveis para um outro operador. Outro aspeto negativo relaciona-se com o facto de em cada estante haver no máximo duas formas de cada tamanho, quando seria aconselhado o uso de três formas de modo a aumentar o tempo de arrefecimento com a forma e impondo assim a forma pretendida sem defeitos. A existência de apenas duas formas, deve-se não só à capacidade das estantes como também ao seu número limitado.

No que diz respeito aos aros, as estantes apenas possuem espaço para um conjunto de aros (aros fixos) não dispondo de espaço para os restantes aros de cintagem. Estes aros de cintagem encontram-se num único local, representado na figura 35 e estão limitados a apenas alguns tamanhos que tem que ser adaptados às diversas situações (diâmetros das formas). Para finalizar é importante também referir que, apesar de as estantes em alguns casos se encontrarem num local próximo das máquinas de enformar, como no caso retratado na figura 35, estas são de difícil acesso para os

operadores devido aos obstáculos. Ainda de referir que a maioria apresenta alguns sinais de mau estado como verificado na estante presente na figura 35.

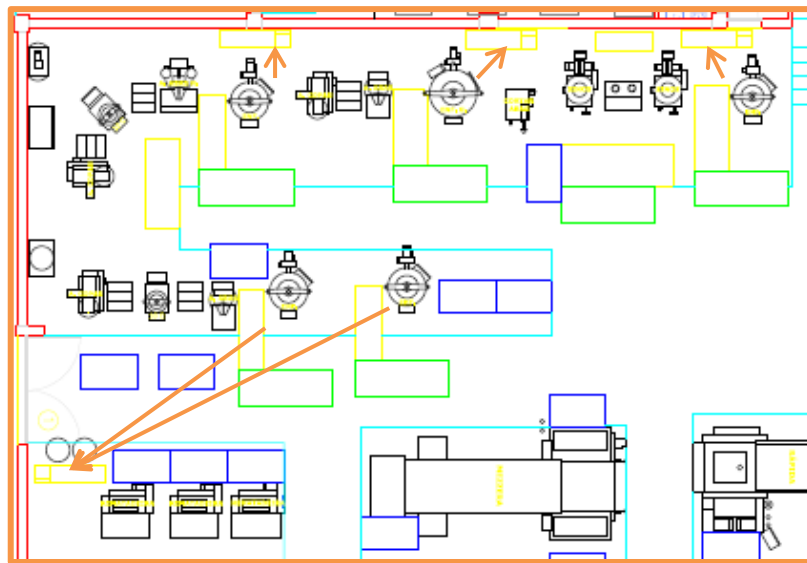


Figura 36: Localização das estantes dos aros e formas na secção (representados pelos retângulos amarelos assinalados a laranja).

Situação pretendida: No seguimento deste problema foi realizado, em primeiro lugar, um levantamento das principais necessidades em termos de formas e aros. De forma a resolver a falta de capacidade das atuais estantes, foi projetada uma nova com capacidade para as três formas e para um par de aros de cada tamanho. Para além do aumento da capacidade, esta estante incorporou algumas alterações ao nível dos 5S, com a parte superior inclinada para não acumular resíduos e objetos não relacionados com o trabalho no posto de trabalho (como é o caso de luvas usadas, garrafas de água,...) e duas portas em acrílico transparente para proteger as formas de acumulação de resíduos e contaminação. A estas alterações também se juntaram um pequeno cacifo para armazenamento temporário de pertences e material de proteção como luvas. A estante com estas modificações incorporadas foi desenhada com recurso a uma ferramenta de modelação 3D, *Solidworks* e encontra-se representada na figura 37.



Figura 37: Nova estante dos aros e formas modelada em *Solidwoks*.

A segunda fase desta proposta consistiu em localizar as novas estantes junto de cada posto de trabalho reduzindo ao máximo o tempo despendido na obtenção destas ferramentas. A idealização da nova localização das estantes esteve presente na elaboração das várias propostas de *layout* já apresentadas no tópico anterior, sobressaindo uma localização comum ilustrada na figura 38.

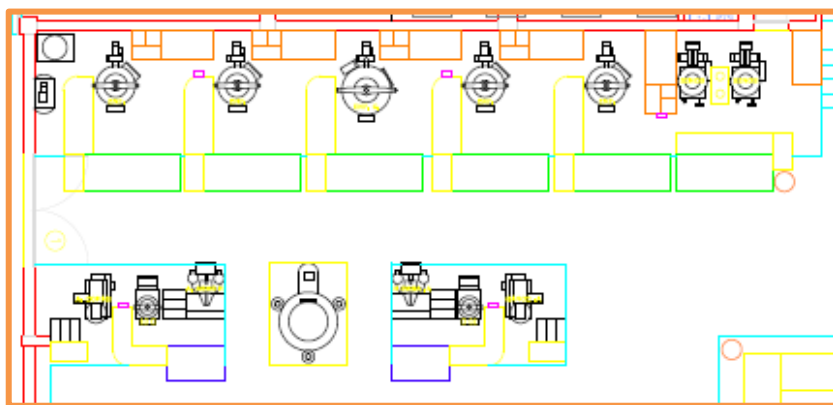


Figura 38: Localização mais comum das estantes nas propostas para o novo *layout* (representadas com um retângulo laranja).

Investimento a considerar: Apesar de não contabilizado, o investimento relativo a esta proposta aparenta ser moderado, apesar de se considerar a reciclagem das antigas estantes.

Vantagens e Poupanças: Uma análise à localização das novas estantes, presentes nos novos *layouts*, permitiu determinar o tempo médio na obtenção dos aros e formas, apresentado na tabela 24, juntamente com as poupanças de tempo resultantes.

Tabela 24: Poupança estimada do tempo relativo à obtenção dos aros e formas com a proposta.

Subactividade Obtenção dos Aros e Formas	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	52	16	36	69,23

Para além da redução do tempo despendido na obtenção dos aros e formas, esta solução oferece menores riscos de contaminação das formas e desabilita a estrutura de acumulação de resíduos no interior e na parte superior da mesma.

Novos Aros Enformação

Atividade a melhorar: Obtenção e substituição dos aros e das formas.

Operação/máquina: Enformação/Maquina de enformar copa e aba.

Descrição: Conceção de novos aros fixos e amovíveis, para melhoria da substituição dos aros nas máquinas de enformar copa e aba.

Situação verificada: Atualmente a substituição dos aros nas máquinas de enformar copa e aba é relativamente pouco eficiente e eficaz. Durante a substituição os operadores necessitam de desapertar um pouco os parafusos, que fixam o aro à máquina, deslocar horizontalmente o aro para um dos lados, retirar e aplicar de forma inversa o aro pretendido (figura 39). Nem todos os operadores dispõem de chaves de parafusos, utilizando para o efeito a extremidade da régua de aço inox usada para medir a aba, danificando-a. Contudo o problema que despoletou a elaboração desta proposta foi o tempo despendido e a fraca eficácia deste método, devido à pouca intensidade do aperto e às condições da chapa que faz de base do aro e permite a sua fixação. Numa procura pela solução verificou-se que os parafusos utilizados eram diferentes de máquina para máquina, como verifica na figura 39.



Figura 39: Aros fixados em duas máquinas com diferentes tipos parafusos (figuras à esquerda). Aro de cintagem na mesa de apoio ao trabalho.

Situação pretendida: A proposta resultou na elaboração de um aro fixo e de outro móvel semelhante ao existente. Pretende-se, desta forma, eliminar o tempo de desaperto e aperto dos parafusos e de confirmação de que aro está bem fixo e no local correto. Com ajuda da ferramenta *Solidworks*, foram projetados os dois aros com encaixe do aro removível rápido, a dois tempos/movimentos, primeiro vertical e depois horizontal, de forma simples e eficaz, com a remoção a ser realizada de forma inversa (figura 40). O aro fixo consistiria apenas num prolongamento da cavidade interna da máquina, sem prejuízo do trabalho com aros de elevados diâmetros (figura 40).

Utilizando o mesmo método de fixação por encaixe, foi formulada uma alternativa mais simples e económica, dado que a solução anterior obrigaria a empresa a investir em novos aros amovíveis ou adaptar os já existentes e investir em pelo menos cinco aros fixos. Esta alternativa consiste em aplicar parafusos sem rosca na parte terminal dos mesmos de forma a permitir o encaixe e eliminar o aperto.

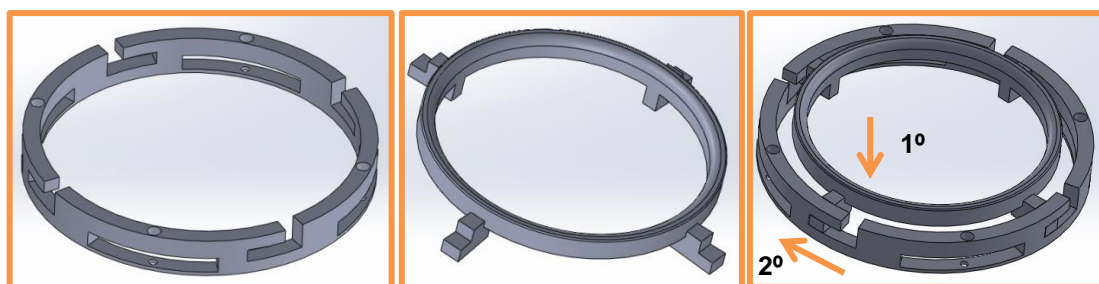


Figura 40: Novo aro fixo, removível e encaixe de ambos (da esquerda para a direita), modelados em *Solidworks*.

Investimento a considerar: Apesar de não contabilizado, o investimento relativo a esta proposta aparenta ser moderado, considerando a adoção deste novos aros, ao invés da solução da adaptação dos parafusos que seria muito mais económica apresentando vantagens e poupanças semelhantes.

Vantagens e Poupanças: Utilizando os parafusos apresentados na proposta procedeu-se a uma recolha dos tempos relativos à substituição dos aros obtendo-se o valor médio de tempo com a proposta e consequente poupança presentes na tabela 25.

Tabela 25: Poupança estimada do tempo relativo à substituição dos aros com a proposta.

Subactividade Substituição dos Aros	Tempos (seg.)		
	Atual	Proposta	Poupança
			Unidades %
	15	8	7 46,67

Devido à semelhança ao nível da aplicação e remoção dos aros resultantes das duas propostas apresentadas, conclui-se de igual modo que as poupanças serão muito semelhantes nos dois casos. Contudo a proposta relativa aos novos aros, prevê-se mais eficaz na medida em que esta será uma solução mais duradoura.

Aro de Ajuste das Garras

Atividade a melhorar: Ajuste das garras.

Operação/máquina: Enformação/Máquina de enformar copa e aba.

Descrição: Conceção de um aro a fixar na máquina de enformar copa e aba para melhoramento da atividade ajuste das garras.

Situação verificada: O ajuste das garras nas máquinas de enformar copa e aba, consiste em desapertar um pouco os parafusos que fixam as garras à máquina e medindo as distâncias de cada uma das 24 garras ao aro fixo da máquina, desloca-las até à posição pretendida, voltando de novo a fixá-las com os parafusos (figura 41).

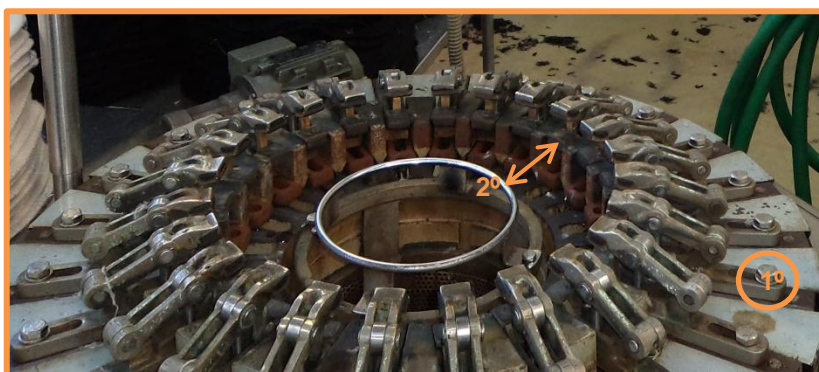


Figura 41: Pontos-chave no ajuste das garras.

Esta operação é motivada pela mudança do tamanho dos feltros (copa mais aba), isto porque uma determinada posição das garras permite executar a operação dentro de

uma gama de valores dimensionais. Quando a posição dos parafusos não permite acompanhar a dimensão dos feltros a trabalhar, é necessário desapertar e retirar os parafusos, e apertá-los numa das posições vizinhas no sentido de aumento ou diminuição do espaço livre entre as garras e o centro da máquina. Estes dois tipos de ajustes mais ou menos demorados (com ou sem reposicionamento dos parafusos) geram no entanto um elevado tempo despendido. Apenas uma das máquinas (máquina de enformar grande da célula normal) dispõe de um sistema de ajuste que permite automaticamente o ajuste do alcance das garras, sem necessidade de desapertos e apertos de parafusos. Além do tempo relacionado com o aperto e desaperto das garras, o alinhamento das garras e medição da distância entre estas e o aro é pouco eficiente e eficaz. Outro aspeto importante tem a ver com os parafusos das máquinas que diferem de máquina para máquina, assim como o tempo despendido no desaperto e aperto dos mesmos.

Situação pretendida: Com esta proposta pretende-se, em primeiro lugar, homogeneizar os parafusos que fixam as garras à máquina, considerando para isso os parafusos que conferem menos tempo nessa mesma tarefa, presentes na figura 42.

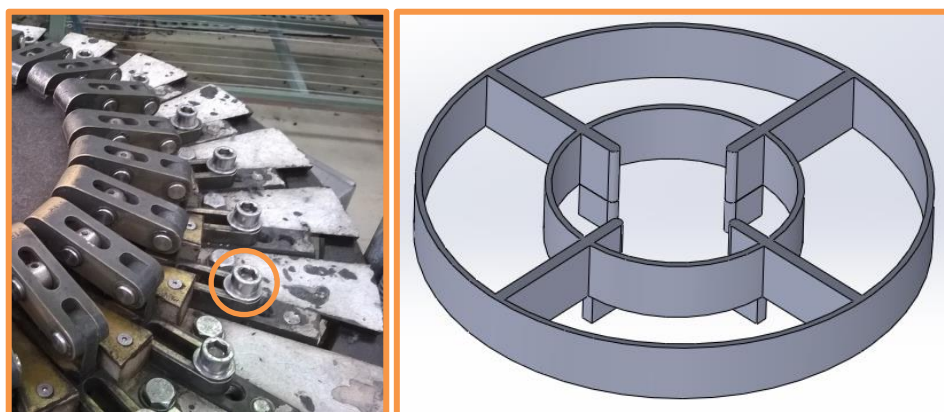


Figura 42: Parafusos que conferem menos tempo no desaperto e aperto dos mesmos (figura à esquerda). Aro de ajuste das garras, modelado em *Solidworks*, para ajuste na medição da distância das garras ao aro ao centro da máquina (figura à direita).

O principal contributo para a diminuição do tempo da atividade de ajuste das garras, consiste em desincumbir os operadores das tarefas de alinhamento das garras e medição da distância entre estas e o aro (figura 42). Para tal foi projetado um aro que tem como objetivo funcionar de batente para garras, isto é, centrado na máquina, o aro vai garantir aos operadores que as garras ao se encostarem ao mesmo apresentarão a medida pretendida sem que tenham que medir uma por uma todas as garras. Desta forma, para além de diminuir o tempo garante-se com rigor que as distâncias de cada uma das garras ao centro são iguais. Estes aros desenhados com a ajuda da ferramenta,

Solidworks, apresentarão três diferentes medidas cobrindo cada um, um intervalo de medidas (copa mais aba).

Investimento a considerar: Esta proposta apresenta-se muito mais económica mas menos eficiente do que a solução concebida para a máquina de enformar grande da célula normal. Apesar de não contabilizado, o investimento relativo a esta proposta aparenta ser reduzido, consistindo apenas em três aros de medidas diferentes e disponibilizado nas cinco máquinas.

Vantagens e Poupanças: Através de uma simulação da proposta utilizando com batente um aro velho adaptado ao caso, obteve-se uma média do tempo com proposta e da respetiva poupança, apresentados na tabela 26.

Tabela 26: Poupança estimadas do tempo relativo ajuste das garras com a proposta.

Ajuste das Garras	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	338	242	96	28,40

Para além da redução do tempo despendido no ajuste das garras, com esta proposta garante-se com rigor que as distâncias de cada uma das garras ao centro são iguais.

TRD's Rematação-Enformação

Atividade a melhorar: Iniciação da OF no TRD; Retoma da OF no TRD.

Descrição: Aproximação dos TRD's disponíveis na secção e implementar novos em alguns locais de forma a diminuir o tempo despendido na iniciação e retoma das OF no mesmos dispositivos.

Poupanças: As tabelas 27 e 28 apresentam uma estimativa, com base na sugestão da localização dos novos TRD's na secção, representados nos *layouts* apresentados anteriormente.

Tabela 27: Poupanças estimadas relativas à iniciação da OF no TRD com a aproximação dos TRD's dos postos de trabalho na secção enformação.

Iniciação da OF no TRD Máquina Abrir Copas	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	20	10	10	50,00

Tabela 28: Poupanças estimadas relativas à retoma da OF no TRD com a aproximação dos TRD's dos postos de trabalho na secção enformação.

Retoma da OF no TRD Máquina Abrir Abas	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	21	10	11	52,38
Retoma da OF no TRD Máquina Enformar	Tempos (seg.)			
	Atual	Previsto	Poupança	
			Unidades	%
	19	14	5	26,32

Apesar de nenhuma destas propostas ter sido implementadas e de ainda se encontrarem em fase de análise de custos/benefício e aprovação por parte da empresa, todos estes resultados em termos de poupanças resultaram de cálculos e simulações da implementação com a ajuda de protótipos. Com estas propostas chegou-se a um conjunto de poupanças reunidas nas seguintes tabelas com respetivo impacto total nos tempos *setup* de cada operação estudada.

Tabela 29: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de *setup* relativos à operação de rematação nas máquinas Rápidas, Mezzeras e “Rematadeiras”, em segundos e percentagem.

Operação Rematação (Rápidas)						
Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza Depósitos e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	Total
Tempos (seg.)	Atual	6	393	615	28	1042
	Proposta	6	393	272	28	699
Poupança	Unidades	0	0	343	0	343
	%	0,00	0,00	55,77	0,00	32,92
Operação Rematação (Mezzeras)						
Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza Depósitos e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	Total
Tempos (seg.)	Atual	6	561	772	31	1370
	Proposta	6	561	367	31	965
Poupança	Unidades	0	0	405	0	405
	%	0,00	0,00	52,46	0,00	29,56
Operação Rematação (“Rematadeiras”)						
Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	Total
Tempos (seg.)	Atual	12	454	132	23	621
	Proposta	12	454	78	23	567
Poupança	Unidades	0	0	54	0	54
	%	0,00	0,00	40,91	0,00	9,52

Tabela 30: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de *setup* relativos à operação à operação de goma em curso, em segundos e percentagem.

Operação Goma em Curso						
Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação do Goma	Iniciação da OF no TRD	Total
Tempos (seg.)	Atual	5	473	280	13	771
	Proposta	5	473	280	13	771
Poupança	Unidades	0	0	0	0	0
	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 31: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de *setup* relativos às operações de abertura de copas e abertura de abas respetivamente, em segundos e percentagem.

Operação de Abertura de Copas							
Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação do Banho	Iniciação da OF no TRD	Total	
Tempos (seg.)	Atual	47	163	823	20	1053	
	Proposta	6	163	108	10	287	
Poupança	Unidades	41	0	715	10	766	
	%	87,23	0,00	86,88	50,00	72,74	
Operação Abertura de Abas							
Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza Maceiro e Máquina	Preparação do Banho	Ajuste das Máquinas	Iniciação da OF no TRD	Total
Tempos (seg.)	Atual	6	163	823	16	21	1029
	Proposta	6	163	211	16	10	406
Poupança	Unidades	0	0	612	0	11	623
	%	0,00	0,00	74,36	0,00	52,38	60,54

Tabela 32: Tabela com o impacto total das propostas nos tempos de *setup* relativos às operações de enformação de copa e aba e enformação de sinos respetivamente, em segundos e percentagem.

Operação Enformar Copa e Aba						
Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza da Máquina	Obtenção e Substituição dos Aros e Formas	Ajuste das Garras	Total
Tempos (seg.)	Atual	28	84	67	338	
	Proposta	6	84	24	242	
Poupança	Unidades	22	0	43	96	
	%	84,62	0,00	64,18	28,40	

Sequência das Atividades		Obtenção do Carro	Colocação Proteções Branqueados	Retoma da OF no TRD	Verificação do 1º Feltro	Total
Tempos (seg.)	Atual	64	360	19	160	1120
	Proposta	38	126	14	160	694
Poupança	Unidades	26	234	5	0	426
	%	40,63	65,00	26,32	0,00	38,04

Operação Enformar Sinos

Sequência das Atividades		Obtenção da OF	Limpeza da Máquina	Obtenção e Substituição dos Aros e Formas	Ajuste das Garras	Total
Tempos (seg.)	Atual	15	90	73	48	
	Proposto	6	90	73	48	
Poupança	Unidades	9	0	0	0	
	%	60,00	0,00	0,00	0,00	
Sequência das Atividades		Obtenção do Carro	Colocação Proteções Branqueados	Retoma da OF no TRD	Verificação do 1º Feltro	
Tempos (seg.)	Atual	64	200	20	138	648
	Proposto	64	70	14	138	503
Poupança	Unidades	0	130	6	0	145
	%	0,00	35,00	30,00	0,00	22,38

4.4 IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA 5S

A última etapa, mas não menos importante, na concretização do objetivo proposto consistiu na implementação da ferramenta 5S na secção em estudo. Com a implementação desta ferramenta *lean* pretende-se eliminar da secção todo o material desnecessário para as operações realizadas, organizar as restantes ferramentas e equipamentos, identificando-as e facilitando o acesso às mesmas. Nesse sentido foi realizado, em primeiro lugar, um levantamento na secção de tudo o que não é necessário para realização do trabalho, assim como a existência de material não identificado e mal organizado e ainda todas as necessidades em termos de manutenção e reparação. Deste levantamento resultaram a identificação de 87 problemas na rematação e 78 problemas na enformação, todos eles de natureza semelhante à acima referida. Para todos estes problemas foram formuladas possíveis ações de melhoria, que resultaram no documento presente em anexo. Para ajudar a identificar o problema e registar a situação anterior à implementação das ações de melhoria foram associadas a cada problema uma ou mais imagens (anexos I e J). Este plano de ações de melhoria encontra-se numa fase de aprovação e de despistagem de eventuais investimentos “desnecessários” quando se prevê alteração da situação atual com a mudança do *layout* atual. Juntamente com a aprovação serão delegados os responsáveis pela implementação de cada ação e serão estipulados os prazos para a sua concretização. Na sequência da aprovação, pretende-se elaborar e realizar um plano de auditorias para a última fase deste tópico, que desencadeará por si só a um novo levantamento de eventuais problemas, que se repetirá ciclicamente.

4.5 RESUMO

Os resultados alcançados neste trabalho, ou previstos a serem alcançados com a implementação das propostas relativas a cada um dos subprojectos deste trabalho, encontram-se seguidamente descritos e quantificados de forma resumida.

- Padronização do trabalho realizado na secção.
 - Eliminação de desperdícios resultantes de ações ou procedimentos desnecessários;
 - Melhoria da qualidade dos produtos resultante de uma correta execução dos procedimentos de forma idêntica em todos os postos de trabalho responsáveis pela mesma operação;

- Redução do número de não conformidades resultantes da inexistência ou de erros de conceção e ou lacunas presentes nas tabelas dos parâmetros de trabalho como por exemplo a sobredosagem de ácido diluído ou a pressão dos rolos excessiva nas operações de rematação;
 - Maior autonomia por parte dos operadores na execução do trabalho e facilidade na integração numa nova função (polivalência) ou na empresa em geral por um novo funcionário;
 - Eliminação de desperdícios associados à incorreta ou não especificada quantidade de ácido diluído necessário a se obter o pH pretendido.
- Elaboração de propostas para um novo *layout*.
- Aumento da eficiência da secção através da redução do somatório da extensão dos fluxos entre cerca de 21 a 33% relativamente ao atual;
 - Circulação mais eficiente e segura, através de corredores mais amplos e da redução dos cruzamentos e sobreposição de fluxos;
 - Fluxos mais eficientes de e para a Tinturaria, através de um novo acesso entre as duas secções (com exceção da Proposta 5);
 - Fluxos mais eficientes de e para a centrifugadora, através de uma centralização ou duplicação da máquina (Proposta 1);
 - Espaço para estacionamento dos carros da enformação mais organizado e eficiente;
 - Acesso aos TRD's da Enformação mais eficiente devido à maior oferta e disposição dos terminais;
 - Disponibilização das ferramentas (aros e formas) junto da todas as máquinas de enformar copa e aba.
- Redução dos tempos *setup*.
- Redução dos tempos não produtivos em cerca de 37% considerando a média das poupanças relativas às operações realizadas na secção;
 - Poupança de água, ácido, energia e da substituição do papel vegetal pelo TNT estimada em 589 € mensais.
- Implementação da ferramenta 5S.
- Aumento da facilidade na identificação e obtenção das ferramentas de trabalho derivadas de uma melhor organização do espaço de trabalho;
 - Secção mais apelativa às visitas de clientes e no âmbito do programa de turismo industrial, como consequência de uma secção mais limpa e organizada;

- Equipamentos em melhor estado de manutenção e alguns casos de funcionamento.

5. CONCLUSÃO

Uma secção mais organizada e “otimizada” do ponto de vista de fluxos e de tempos não produtivos é fundamental para a empresa conseguir alcançar as vantagens competitivas, como o preço e a qualidade. Apesar de atualmente as dispor, a empresa necessita de procurar melhorar continuamente os fatores, que direta ou indiretamente, influenciam essas vantagens.

Recorrendo ao *Lean*, encontraram-se ferramentas cuja aplicação permitiu melhorar uma secção de trabalho bastante polivalente e ao mesmo tempo desorganizada, que contribui consideravelmente para o custo total e onde são relatados a maioria dos problemas de qualidade.

Através da padronização do trabalho pretendeu-se, em primeiro lugar, eliminar qualquer ação ou comportamento desnecessário por parte dos operadores, homogeneizando e melhorando o trabalho desenvolvidos por estes, conferindo mais qualidade e eficiência. Para além disso, pretendeu-se eliminar dúvidas e erros em determinados procedimentos, clarificando-os e disponibilizando-os junto ao local de trabalho. Ainda que não quantificado, o resultado da revisão e padronização do trabalho foi positivo, na medida em que conduziu a uma redução de não conformidades com origem na secção e a um aumento da eficiência, através da redução do tempo despendido em tarefas que não acrescentavam valor para os produtos e ainda à eliminação de desperdícios de ácidos e água utilizada na diluição que ultrapassaram os 50% em alguns casos.

O passo seguinte consistiu na reorganização do espaço de trabalho que compreende as duas secções de trabalho (Rematação e Enformação), através da elaboração de propostas para um novo *layout*. Em todas as propostas se alcançaram poupanças significativas, de 21 a 33%, a nível do somatório da extensão de fluxos possíveis dentro da secção, alinhando-as assim com o objetivo principal deste subprojecto. Para além destas poupanças e respetivo aumento da eficiência, todas estas propostas oferecem circulação mais eficiente e segura, através de corredores mais amplos e da redução dos cruzamentos e sobreposição de fluxos e ainda fluxos mais eficientes de e para a secção da Tinturaria, através de um novo acesso entre as duas secções.

Pelo facto de a alteração do *layout* prever novas localizações para os equipamentos fabris e de apoio como por exemplo estantes, mesas fixas e TRD's, e pela observação das atividades relacionadas com a iniciação de uma nova OF, foi possível a

redução dos tempos *setup* associados à maioria das operações realizadas na secção. Neste subprojecto, que se enquadra no objetivo geral deste projeto, foram elaboradas propostas para a redução de alguns tempos, em forma de ferramentas e aproximação de equipamentos contempladas nas propostas para o novo *layout*. Do conjunto destas propostas obteve-se uma poupança aproximada de 37% do tempo despendido na preparação de uma nova OF, considerando a média das poupanças de cada uma das operações considerada. Desta forma, conseguiu-se um aumento significativo da eficiência e da eficácia na realização destas atividades que não acrescentam valor, embora tenham que ser realizadas (desperdício necessário). Para além destas poupanças, algumas das propostas conduzem a poupanças significativas em água e ácido, energia e entre outras estimadas em 589 € mensais, apesar do investimento considerável necessário para a implementação da maioria destas propostas.

Por último, e no sentido de complementar o trabalho realizado na reorganização da secção, procedeu-se à elaboração da primeira fase de implementação da metodologia 5S. Esta fase consistiu numa triagem de todo o material presente na secção, considerando a sua utilidade, e no levantamento de problemas relacionados com a definição de uma localização e identificação de ferramentas de trabalho, limpeza manutenção do espaço e dos equipamentos e ainda relacionados com a ergonomia, entre outros. Para cada um dos 165 problemas identificados foram elaboradas propostas de resolução que aguardam uma revisão e respetiva avaliação.

Em suma, a adaptação e implementação de ferramentas *Lean* como padronização do trabalho, alteração do *layout*, SMED e 5S, ao caso específico da empresa, contribuiu significativamente para cumprimento do objetivo principal do presente trabalho, ainda que, em alguns casos o grau de execução não tenha ido para além das propostas apresentadas. Contudo foi possível prever/quantificar algumas melhorias na eficiência do trabalho da secção e poupanças, através de cálculos, simulações e protótipos. Algumas destas propostas porém apresentam custos relacionados com o investimento em ferramentas ou na conversão do espaço no caso do *layout*. Qualitativamente registou-se e prevê-se melhorias ao nível da qualidade e segurança dos operadores.

5.1 REFLEXÃO SOBRE O TRABALHO REALIZADO

O trabalho apresentado relata uma contribuição positiva no desempenho da empresa, na medida em que os objetivos foram praticamente todos alcançados, ainda que, por conhecimento e acordo de ambas as partes interessadas, parte do mesmo não tenha sido concluído. A metodologia contou com o apoio de todos os colaboradores, que

compreenderam a importância das ferramentas aplicadas e a sua eficácia, comprometendo-se a dar seguimento ao trabalho realizado, numa ótica de melhoria contínua.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

São muitos os aspetos relativos ao presente trabalho que ainda se perspectivam ser realizados.

No subprojecto de padronização do trabalho, a informação relativa às instruções de trabalho e limpeza deveria ser afixada junto a cada posto de trabalho, a fim de facilitar o seu acesso em caso de dúvida, quer pela diminuição da distância percorrida com tempo associado, quer pela facilitação no processo de colocar em prática aquilo que está escrito e ilustrado.

No que diz respeito às propostas para um novo *layout*, estas aguardam a análise e aprovação, por parte da administração, da proposta com melhor custo-benefício com vista à sua implementação, enquadrando o investimento a realizar no plano geral de investimento em requalificação e estudo e alteração dos *layouts*, que engloba várias secções, para além das alvo do estudo, previsto no início da elaboração do presente trabalho.

Com vista a recolher as mais-valias apresentadas nas propostas de reduções dos tempos de *setup*, a empresa deveria proceder à sua implementação, num curto prazo, por forma a amortizar o mais rapidamente os investimentos inerentes às propostas.

Por último, deveria ser considerada a implementação das propostas para resolução dos problemas identificados no âmbito dos 5S, assim como, deveriam ser realizadas auditorias periódicas e novas ações de identificação de problemas, por forma a alimentar a melhoria continua na secção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brassard, M., Ritter., D. (1994). *The memory Jogger – A Pocket Guide of Tools for Continuous Improvement*. Salem (NH): GOAL/QPC.
- Brilman, J. (2000). *As Melhores práticas de Gestão: no Centro do Desempenho*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Courtois, A., Pillet, M., Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção*. 5ª ed., Lisboa: Lidel.
- Feld, W. (2001). *Lean Manufacturing: tools, techniques and how to use them*. Boca Raton: CRC Press.
- Liker, J., Meier, D. (2004). *The Toyota Way - 14 management principles from the World's Greatest Manufacturer*. New-York: McGraw-Hill.
- Liker, J., Meier, D. (2007). *O modelo da Toyota, manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4PS da Toyota*. Porto Alegre: Bookman.
- Melton, T. (2005). "The Benefits of Lean Manufacturing - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries", *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 83, Issue 6, 662–673.
- Meyers, F., Stewart, J. (2002). *Motion and Time Study for Lean Manufacturing*. 3th ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: beyond large scale-production*. Portland: Productivity Press.
- Pinto, J. (2010). *Gestão de operações na indústria e nos serviços*. 3ª ed. Lisboa: Lidel.
- Pinto, J. (2008). *Lean Thinking – Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking (CLT) (www.leanthinkingcommunity.org).
- Pinto, J. (2013). *Manutenção Lean*. Lisboa: Lidel.
- Pinto, J. (2014). *Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras*. 6ª ed. Lisboa: Lidel.
- Ribeiro S. (2011). *Leanness na Manutenção Aeronáutica: o caso FAP*. Tese de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Ribeiro H. (2004). *Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total*. Banas Report. São Paulo:EPSE.
- Scotchmer, A. (2008). *5S Kaizen in 90 Minutes*. Oxford: Management Books 2000.
- Shingo, S. (1996). *O sistema Toyota de Produção: Ponto de vista de engenharia da produção*. Porto Alegre, Bookman.
- Stevenson, W. (2007). *Operations Management*. 9th ed. Boston: McGraw-Hill.

Tavares, J. (2000). Projecto do Layout de Instalações Industriais.

(http://www.dei.isep.ipp.pt/~jtavares/PhD_Tese/capitulo_2.pdf).

Womack, J., Jones, D. (1996). "Beyond Toyota: how to root out waste and pursue perfection", *Harvard Business Review*, September-October, 16pp.

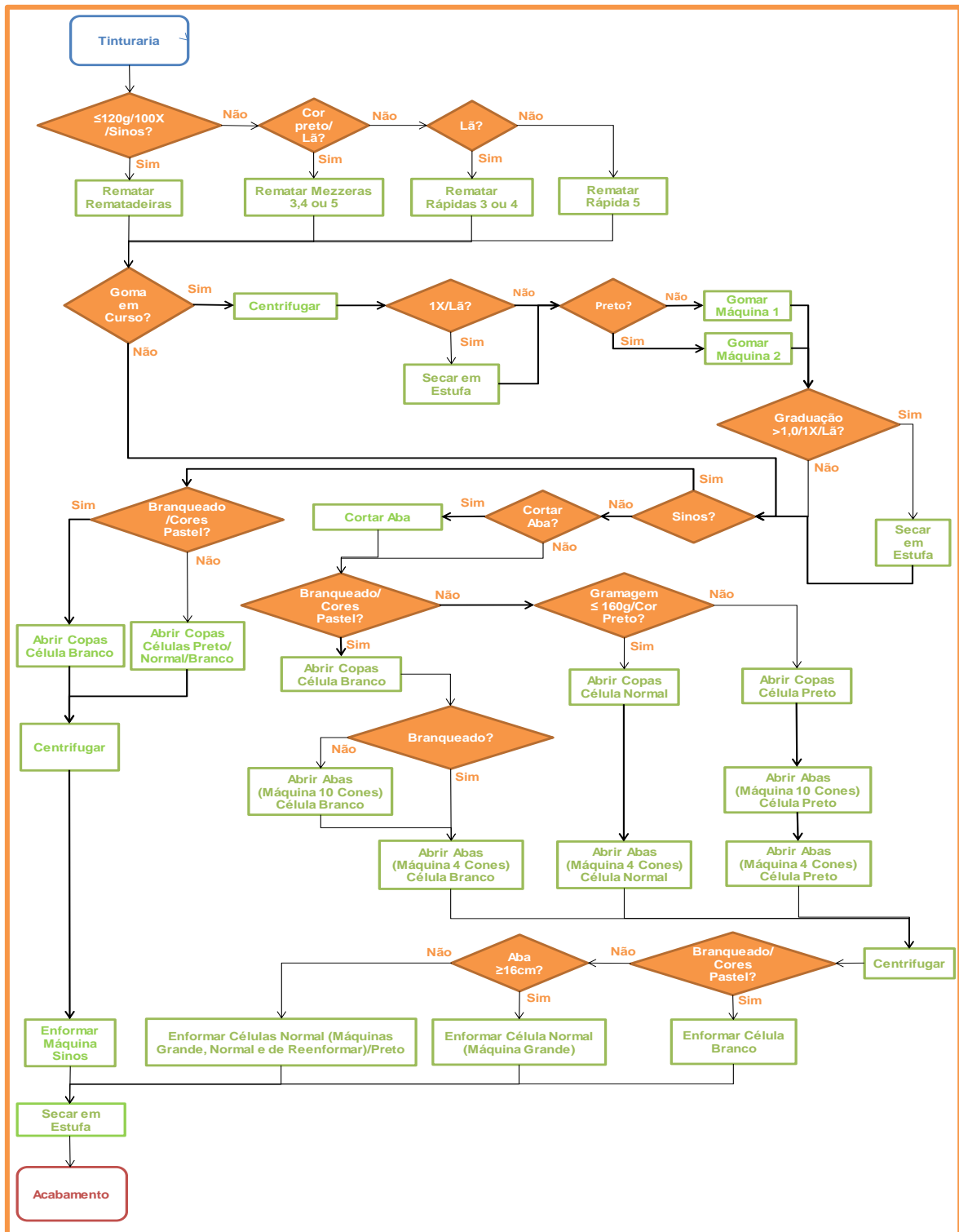
Womack, J., Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New-York: Free Press.

Yang, T., Peters, B. (1998). "Flexible machine layout design for dynamic and uncertain production environments", *European Journal of Operational Research*, 108 (1), 49-64.

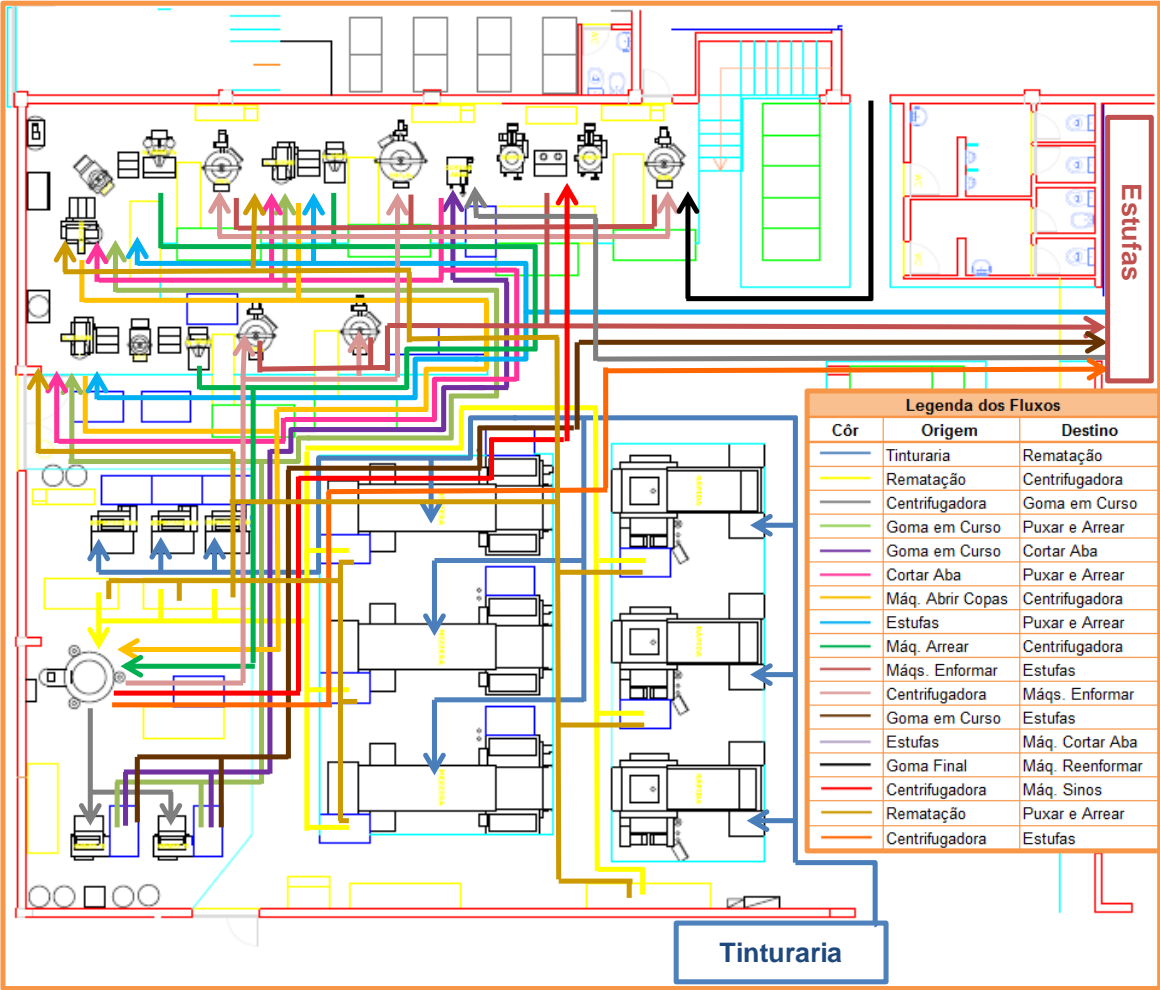
<http://www.fepsa.pt>, acedido entre 1/9/2014 e 30/10/2014.

ANEXOS

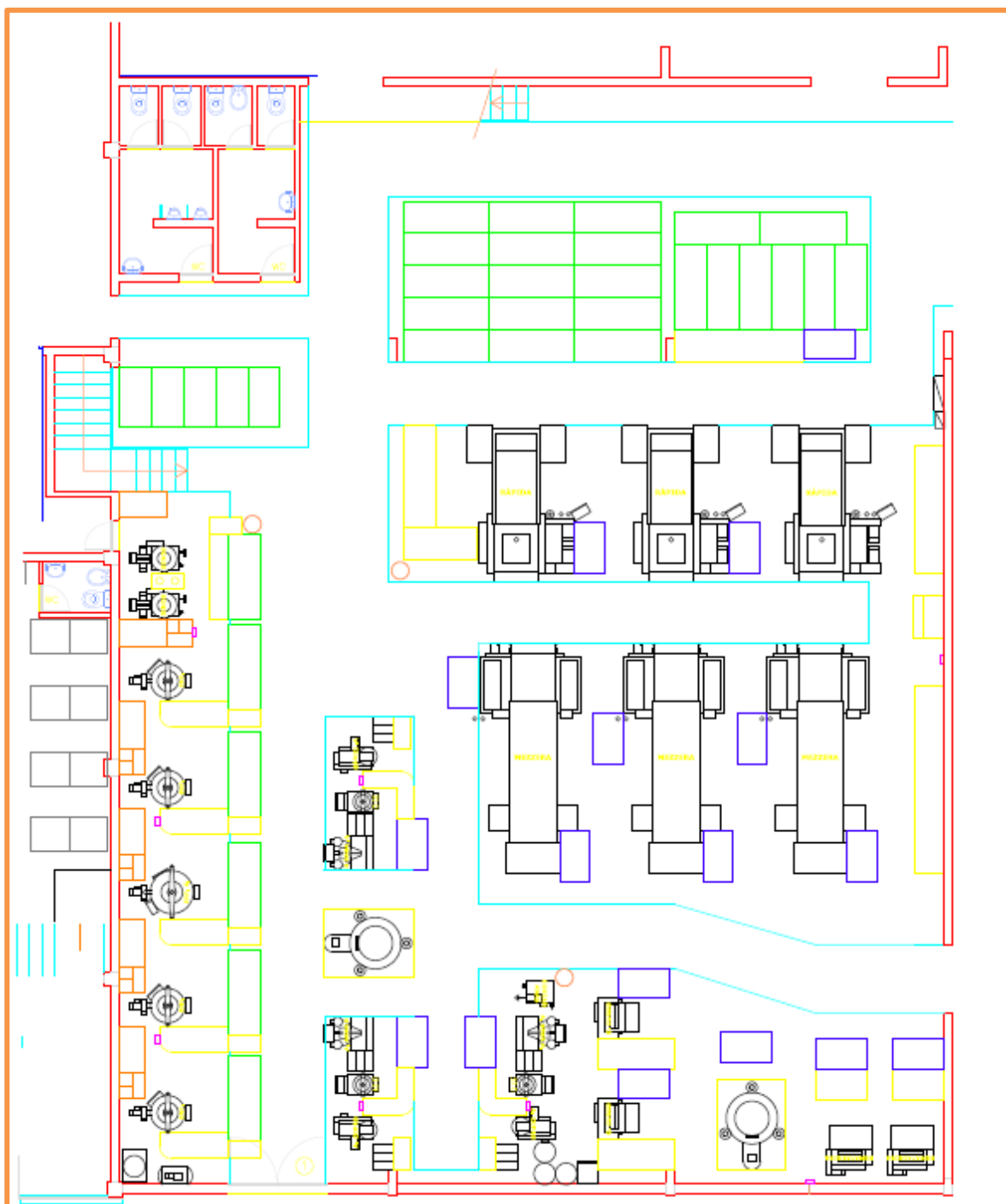
ANEXO A – FLUXOGRAMA PRODUTIVO DA SECÇÃO REMATAÇÃO-ENFORMAÇÃO



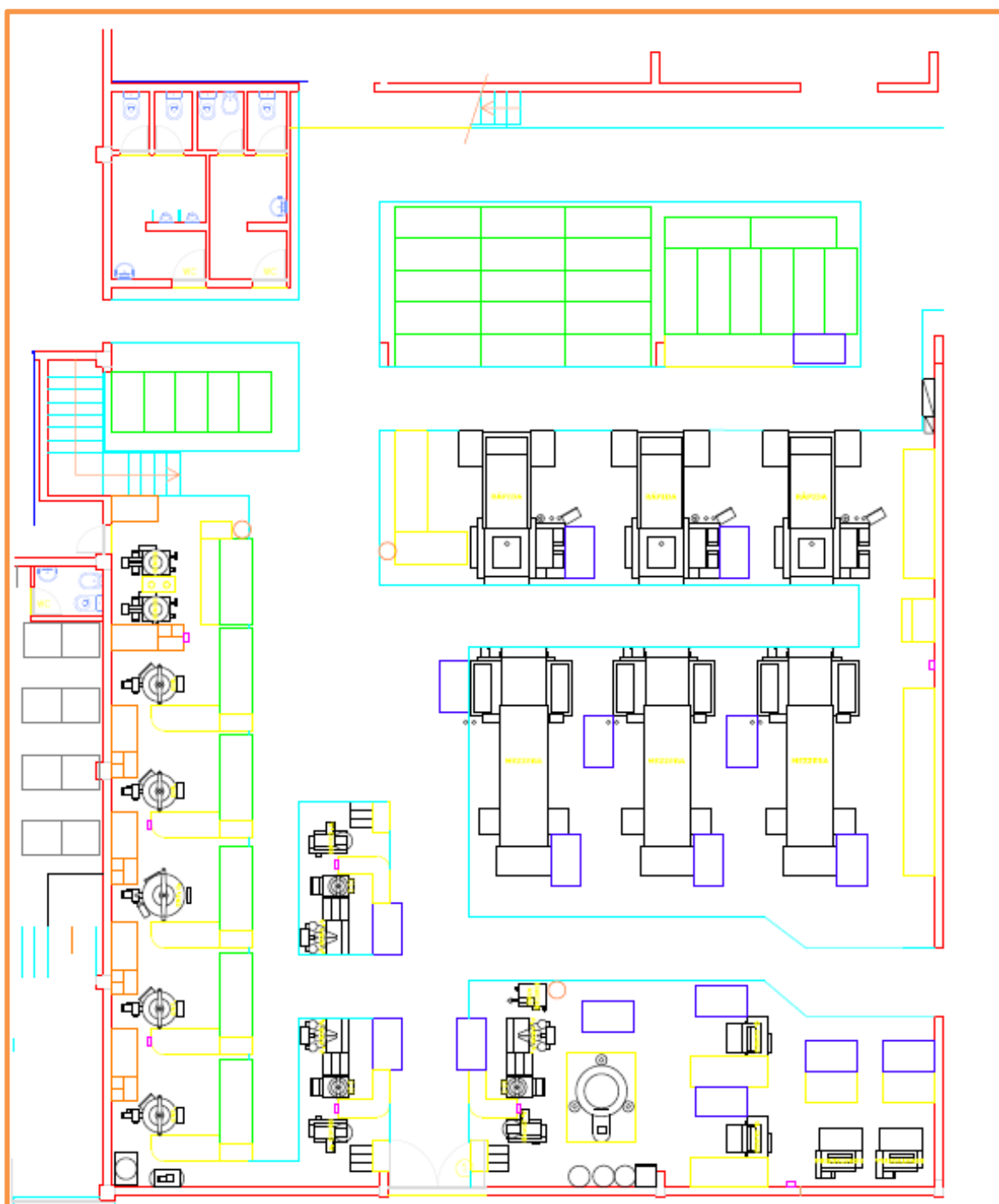
ANEXO B – LAYOUT ATUAL COM REPRESENTAÇÃO DE TODOS OS FLUXOS



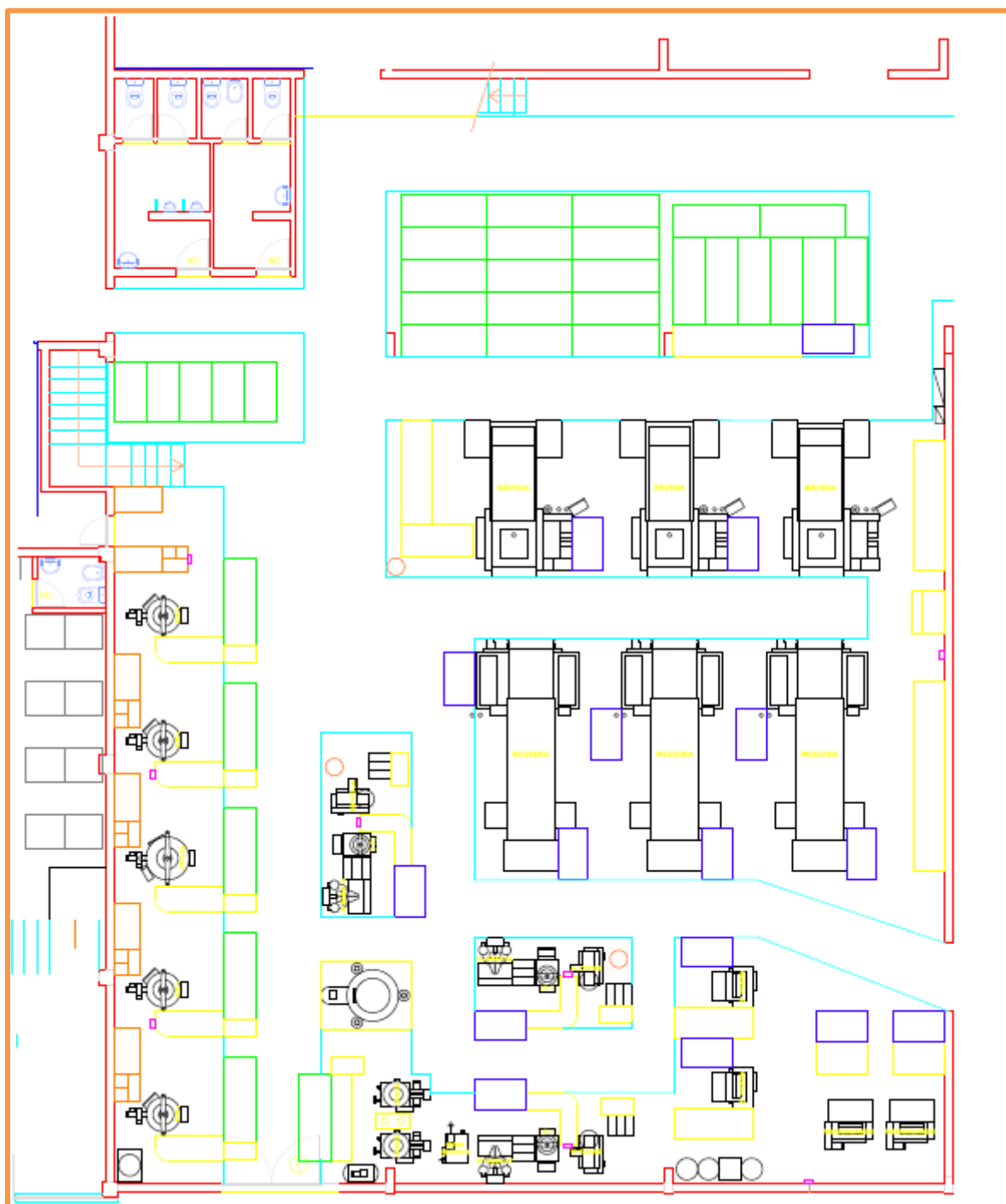
ANEXO C – PROPOSTA NOVO LAYOUT 1



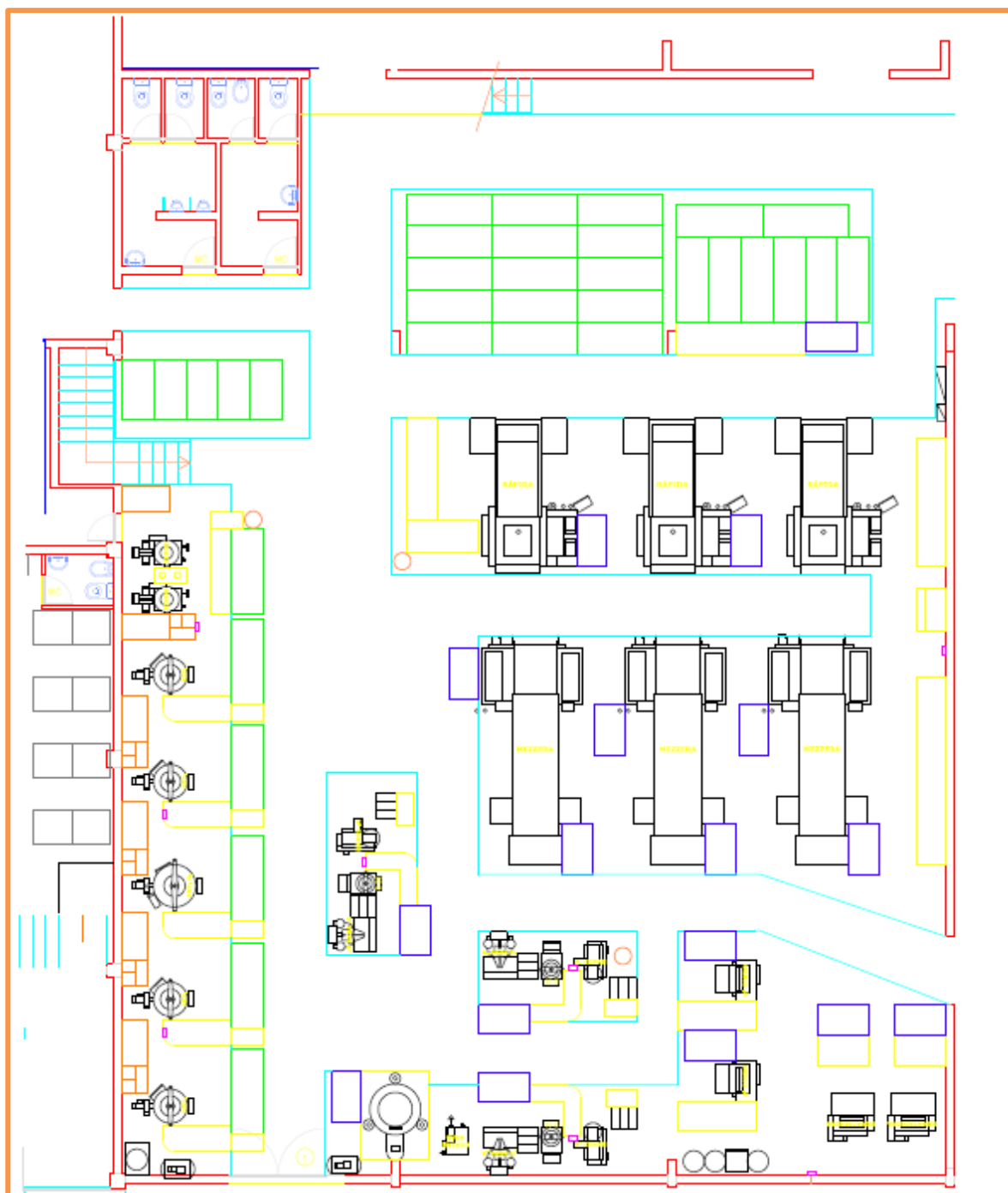
ANEXO D – PROPOSTA NOVO LAYOUT 2



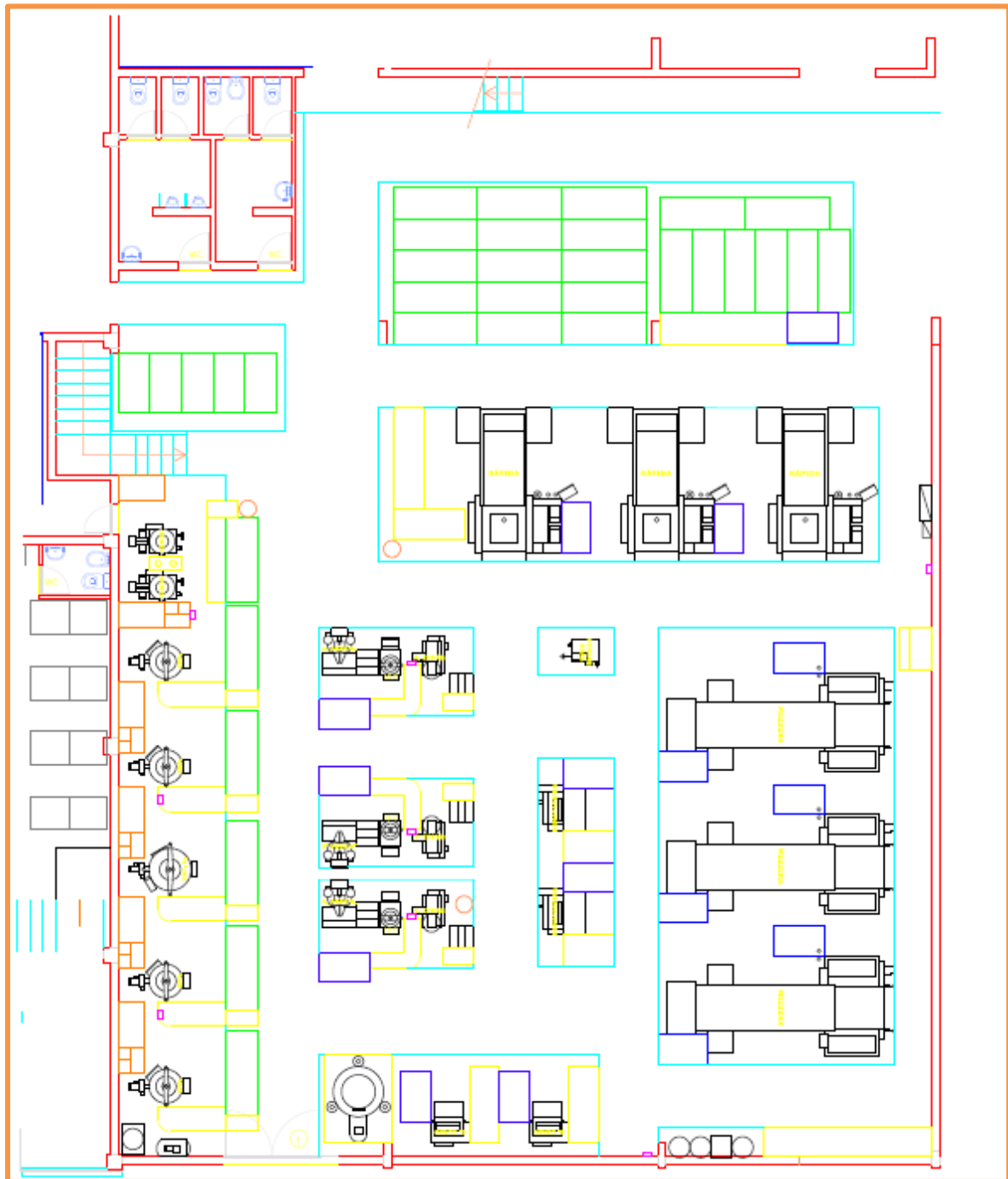
ANEXO E – PROPOSTA NOVO LAYOUT 3



ANEXO F – PROPOSTA NOVO LAYOUT 4



ANEXO G – PROPOSTA NOVO LAYOUT 5



ANEXO H – FOLHAS DE CONTROLO DOS PARAMETROS DE TRABALHO












Verificação do pH e temperatura dos maceiros por posto de trabalho/máquina - Enfocação											
Data		Célula Branco				Célula Preto				Célula Normal	
		Maceiro copas		Maceiro Arreadeira		Maceiro copas		Maceiro Arreadeira			
	QJ + Cor										
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()
	QJ + Cor										
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()
	QJ + Cor										
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()
	QJ + Cor										
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()

Verificação do pH e temperatura dos maceiros por posto de trabalho/máquina - Rematação													
Data		Rematadeira 1		Rematadeira 2		Rápida 5		Mezzeria 3		Mezzeria 4		Mezzeria 5	
			QJ + Cor										
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()		°C
	QJ + Cor												
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()		°C
	QJ + Cor												
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()		°C
	QJ + Cor												
	pH + T	()		°C	()		°C	()		°C	()		°C











Verificação da pressão dos rolos nas máquinas da Rematação									
Data		Rápida 5		Mezzeria 3		Mezzeria 4		Mezzeria 5	
			Peso (g)						
	Pressão	()		()		()		()	
	Peso (g)								
	Pressão	()		()		()		()	
	Peso (g)								
	Pressão	()		()		()		()	
	Peso (g)								
	Pressão	()		()		()		()	

Verificação pH Torneiras Bomba Doseadora + Barris Ácido Diluído			
Torneira 2,5	Torneira 3,0	Barril Ác. Sulfúrico pH	Barril Ác. Fómico pH

ANEXO I – FOLHA EXEMPLO COM PROBLEMAS E PROPOSTAS DE RESOLUÇÃO - REMATAÇÃO – 5S

Secção: Rematação - Enformação				Plano de Acções		
Nº	Problema Identificado	Imagens	Acções a Desenvolver	Responsável	Prazo	Realizado
1	Vassouras encontram-se fora dos seus suportes e os mesmos não estão identificados.		Proceder à identificação dos suportes e das vassouras associando-as a cada suporte correspondente a um posto de trabalho.			
2	Inexistência de uma pá junto a cada posto de trabalho, associada a cada vassoura para apanhar os resíduos de pêlo e lã do chão e colocá-los num contentor para o efeito. Estes resíduos são direccionados e acumulados junto às grelhas, obstruindo os canais.		Colocar uma pá com cabo num suporte a instalar junto a cada vassoura por forma a auxiliar a tarefa de limpeza do chão, de forma a reduzir os resíduos acumulados nos canais de águas residuais; Proceder à identificação dos mesmos suportes e das pás associando estas últimas a cada posto de trabalho.			
3	Existência de apenas duas mangueiras de água na sub-secção rematação para limpeza do chão e de 6 máquinas. Além de não estarem disponíveis para todos os operadores nas limpezas programadas, estas encontram-se em locais distantes da maioria das máquinas, dificultando a limpeza, obstruindo a circulação e colocando em causa a segurança na secção quando as mesmas são puxadas para junto das máquinas.		Colocar um suporte de enrolar mangueira da água, com uma mangueira com comprimento igual ao diâmetro em torno da máquina, junto a cada posto de trabalho e proceder à sua identificação.			
4	Material de limpeza (água, vassoura, pá, panos e líquido de limpeza) encontram-se em muitos dos casos dispersos e distantes do posto de trabalho.		No seguimento das acções anteriores (1,2,3), criar num local junto à cada máquina um painel perfurado para fixação de todo o material de limpeza (água, vassoura, pá, panos e líquido de limpeza). Identificar o painel de limpeza e todo o material de limpeza associando-o a cada posto de trabalho.			
5	Ferramenta de trabalho (régua, raspadores,...) sem local próprio para os mesmos, e dispersos pela máquina.		No seguimento da acção anterior (4), criar junto ao painel de limpeza um painel perfurado para fixação de toda a ferramenta necessária ao trabalho (2 raspadores, 2 régua, 1 pau raspador,...). Proceder à sua identificação bem como da ferramenta a colocar, associando-a a cada posto de trabalho.			
6	Material de protecção de trabalho (luvas, bata,...) sem local definido para o mesmo.		Criar uma gaveta por debaixo da cada aba lateral das máquinas (mezzeras e rápidas) com frente em acrílico transparente para uma fácil visualização do interior e restantes faces em rede/malha de forma a não acumular resíduos de pêlo e lã e água permitindo que o material como as luvas permaneçam secas e não deixem mau cheiro na gaveta. A gaveta contará com duas divisórias para os dois turnos e identificação.			
7	Passadores e manipulós (água, vapor, regulador de pressão,...) das mezzeras e rápidas não identificados.		Proceder à identificação dos passadores e manipulós das mezzeras e rápidas.			
8	Passadores e manipulós (vapor e água) das mezzeras e rápidas a necessitar de reparação ou substituição.		Reparar e/ou substituir os passadores e manipulós (vapor e água).			
9	Tubo junto ao pilar próximo da rápida 5 com utilidade duvidosa.		Activar ou remover a tubagem mediante a utilidade da mesma para a secção.			
10	Inexistência e/ou desactualização dos procedimentos de trabalho e de limpeza assim como de outro tipo de informação relevante de trabalho e segurança junto a cada posto de trabalho.		Actualização e afixação procedimentos de trabalho e de limpeza assim como de outro tipo de informação relevante de trabalho e segurança, junto a cada posto de trabalho. Afixar esta informação se possível numa capa no ou junto ao painel perfurado para a ferramenta e proceder à sua identificação.			
11	Piso da sub-secção rematação em mau estado e a necessitar reparação.		Reparar o piso com cimento nas zonas mais deterioradas e pintar essas zonas com tinta resistente e da mesma cor do restante piso ou substituir o piso.			

ANEXO J – FOLHA EXEMPLO COM PROBLEMAS E PROPOSTAS DE RESOLUÇÃO - ENFORMAÇÃO – 5S

Secção: Rematação - Enformação				Plano de Acções		
Nº	Problema Identificado	Imagens	Acções a Desenvolver	Responsável	Prazo	Realizado
1	Material de protecção relativo ao trabalho nas máquinas de abrir copas e abas (luvas, batas,...) sem local definido para o mesmo.		Desenvolver uma gaveta à semelhança da imaginada/concebida para a rematação a colocar debaixo da mesa de enformar no caso das células de branco e normal e debaixo da mesa de apoio na célula de preto e proceder à identificação.			
2	Inexistência de um local/armário para arrumação do papel vegetal/telas de protecção branqueados para carros de enformar debaixo das escadas.		Desenvolver um armário destinado ao armazenamento do papel vegetal ou telas de protecção dos branqueados para os carros de enformar e proceder à sua identificação.			
3	Pintura da parede da secção a necessitar de reparação e pintura.		Pintar e colocar azulejo até uma certa altura para protecção da parede e por forma a facilitar a limpeza da mesma.			
4	Painéis electrónicos afixados na parede com utilidade duvidosa.		Remover os painéis electrónicos.			
5	Porta em alumínio com acesso ao exterior a necessitar de reparação (substituição e/ou reparação de lamelas).		Substituir e/ou reparar lamelas da porta.			
6	Infiltração no pneumático da máquina de abrir copas da célula normal obriga a utilização de um balde para reter a água.		Proceder à reparação da infiltração, removendo/eliminando de seguida o balde.			
7	Máquinas de abrir copas e abas de 4 e 10 cones a necessitar de uma limpeza profunda por forma a eliminar resíduos de pêlo e lá encrustados com goma.		Proceder à limpeza das máquinas. Conceber um checklist associado a um procedimento de limpeza diário com os principais pontos de limpeza e manutenção diária a ser realizada pelos operadores.			
8	Comandos das máquinas de abrir copas e arrear de 10 cones e de 4 cones sem identificação e/ou identificação ilegível.		Proceder à identificação e/ou substituir a identificação por uma mais legível.			
9	Inexistência no local junto às máquinas de abrir copas e abas (de 10 cones e de 4 cones) de procedimentos de trabalho e limpeza relativos a cada posto de trabalho, e estes encontram-se desactualizados.		Actualizar e afixar junto às referidas máquinas dos procedimentos de trabalho e de limpeza, podendo esta afixação ser realizada individualmente em cada máquina ou em conjunto num local central às 3 máquinas e em cada célula. A afixação pode ser realizada num painel perfurado a ser instalado.			
10	Manómetro de temperatura avariado dificultando o controlo e monitorização da mesma.		Substituir os manómetros de temperatura.			